

Forurensnings situasjonen i Sandefjordsfjorden - Status, supplerende undersøkelser og forslag til miljømål



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Forurensningssituasjonen i Sandefjordsfjorden - Status, supplerende undersøkelser og forslag til miljømål	Løpenr. (for bestilling) 5912-2010	Dato 2010.01.15
	Prosjektnr. Undernr. O-20397	Sider Pris 47
Forfatter(e) Bakke, Torgeir Norendal, Theodor O. Andersen, Jan R. Skei, Jens M.	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA


Oppdragsgiver(e) Sandefjord kommune	Oppdragsreferanse Avtaledokument 02.12.2009
--	---

Sammendrag
Prosjektet beskriver innleggelse av all tilgjengelig miljøgiftrelatert informasjon om Sandefjordsfjorden og landsområdene rundt i en GIS-tilpasset database. Den dekker data fra over 50 undersøkelser av sediment, forurenset grunn, miljøgifter i organismer, økologisk tilstand og strømforhold. Det er videre foreslått tre supplerende miljøundersøkelser som grunnlag for en tiltaksplan: forurensning i nedbørsavrenning til fjorden, oppdatering av miljøgiftfordeling i tid og rom i sedimentene og spredningsmønster i vannmassene. Det er videre formulert tre sett av miljømål med ulikt ambisjonsnivå for fjorden i samsvar med Vannforskriften.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Forurensningstilstand 2. Sjøsediment 3. Miljømål 4. Tiltaksplan 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pollution status 2. Marine sediments 3. Environmental goals 4. Remediation plan
--	--



Torgeir Bakke
Prosjektleder



Kristoffer Næs
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Forurensningssituasjonen i Sandefjordsfjorden

Status, supplerende undersøkelser og forslag til
miljømål

Forord

NIVA inngikk 02.12.2009 kontrakt med Sandefjord kommune om å gjennomføre et prosjekt knyttet til å fremskaffe et pålitelig grunnlag for utarbeidelse av endelig tiltaksplan for bunnsedimentene i Sandefjordsfjorden innenfor Tranga. Prosjektet har bestått i å samle all tilgjengelig miljøinformasjon om fjorden og aktuelle kildeområder for miljøgifter på land i en database tilpasset GIS-bruk, fremme begrunnede forslag om supplerende undersøkelser for å bedre informasjonsgrunnlaget, samt å utforme forslag til miljømål for fjorden på 3 ambisjonsnivåer. Hos NIVA har systemutvikler Jan Roger Andersen og instrumentingeniør Theodor Norendal stått for innhenting og innleggelse av data i databasen. Seniorforsker Torgeir Bakke har hatt ansvaret for utforming av forslag til supplerende undersøkelser i samarbeid med forsker Tone Merete Muthanna, NIVA, Kajsa Onshus, Multiconsult, Tore Hjartland, Biologge, Jens Laugesen, Det norske Veritas, Aud Helland, Rambøll og Bente Havik, NGI. Torgeir Bakke og seniorrådgiver Jens Skei, NIVA har hatt ansvaret for utformingen av forslag til miljømål. Kontaktpersoner for oppdragsiveren har vært Ole Jakob Hansen, Sandefjord kommune og Bjørn Aschjem, Fylkesmannen i Vestfold. Sluttrapporten er utformet av Torgeir Bakke, som også har vært prosjektleder.

Denne rapporten er ferdigstilt etter at SFT skiftet navn til Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Vi har likevel valgt å beholde det gamle navnet i rapporten siden det i stor grad henvises til dokumenter laget i regi av SFT.

Oslo, 20.01.2010

Torgeir Bakke

Innhold

Sammendrag	7
1. Innledning og bakgrunn	9
2. Målsetting	11
3. Utarbeidelse av database og rapport over forurensningssituasjonen	13
3.1 Formål	13
3.2 Omfang av datainnsamlingen	13
3.3 Metodikk for behandling og innlegging av data.	13
3.4 Beskrivelse av databasen	14
3.5 Resultater	16
3.5.1 Informasjon om bunnsedimentene	17
3.5.2 Informasjon om økologisk tilstand	19
3.5.3 Informasjon om miljøgifter i organismer	21
3.5.4 Informasjon om kilder til forurensning fra land	22
3.5.5 Informasjon om strømforhold	24
4. Anbefaling om supplerende miljøundersøkelser	25
4.1 Målsetting og begrensninger	25
4.2 Anbefalte tilleggsundersøkelser	25
4.2.1 Undersøkelse av miljøgifttransport ved avrenning fra land	25
4.2.2 Undersøkelse av miljøgifter i sediment	26
4.2.3 Undersøkelse av spredningsmønster for miljøgifter i fjorden	28
5. Forslag til miljømål	31
5.1 Begreper	31
5.2 Forhold til Vannforskriften	32
5.3 Målsett 1. Høyt ambisjonsnivå	34
5.3.1 Overordnet mål høyt	34
5.3.2 Delmål høyt	34
5.3.3 Eksempler på operative tiltaksmål, høyt	35
5.4 Målsett 2. Middels ambisjonsnivå:	35
5.4.1 Overordnet mål middels	35
5.4.2 Delmål middels	35
5.4.3 Eksempler på operative tiltaksmål, middels	36
5.5 Målsett 3. Lavt ambisjonsnivå:	36
5.5.1 Overordnet mål lavt	36
5.5.2 Delmål lavt	36
5.5.3 Eksempler på operative tiltaksmål, lavt	37

6. Litteraturreferanser	39
Vedlegg A. Fortegnelse over rapporter lagt inn i databasen	41
Vedlegg B. Eksempler på kartutskriften fra databasen med klassifisering av miljøgiftkonsentrasjoner etter SFT TA-2229/2007	45

Sammendrag

Fylkesmannen i Vestfold og Sandefjord kommune har, ut fra behovet for å utarbeide endelig tiltaksplan for sedimentene i Sandefjordsfjorden, gjort avtale med NIVA om å utarbeide en rapport med tredelt målsetting.

- Samle all tilgjengelig miljøinformasjon om sjøbunnen, økologisk tilstand, forurensningsnivå i organismer, strømningsforhold og kilder til forurensning av sedimentene fra land til i fjorden og legge dette i en GIS-tilpasset database.
- Gi en begrunnet anbefaling om prioriterte supplerende undersøkelser for å utarbeide en samlet tiltaksplan for fjorden.
- Utarbeide miljømål for fjorden på tre ambisjonsnivåer med fokus på miljøgifter.

Data fra over 50 undersøkelser gjort etter 1990 er hentet inn som rapporter med resultattabeller i elektronisk eller trykket form. Data er konvertert til EXCEL og satt inn i en ACCESS-database tilpasset GIS-bruk. Informasjonen er videre kontrollert for enheter på måleverdier, riktig tolking av tall fra skanning av tabeller, riktighet av posisjonsangivelser og harmonisering av kartkoordinater.

Informasjon om bunnsedimentene. Den tettste geografiske dekingen er i områdene der det er gjennomført tiltak. Så godt som alle undersøkelser er basert på kjerneprøver og dekker det samme utvalget av miljøgifter: tungmetaller, PAH, PCB og TBT. Informasjonen omfatter i hovedsak enkeltundersøkelser i tid og er lite egnet til å beskrive tidstrender. For helhetens skyld dekker basen undersøkelser gjort både før og etter tiltak. Undersøkelsene har ulik aktualitet mht dagens situasjon. Jevnt over er fjordsedimentene forurenset over SFT klasse II for alle de undersøkte miljøgiftene.

Informasjon om økologisk tilstand. Det er gjort få undersøkelser av økologisk tilstand, den mest omfattende er en analyse av bløtbunnsfauna langs det dypeste partiet. Sporadiske undersøkelser av hardbunnsøkologi reflekterer først og fremst påvirkninger fra overgjødning og er derfor ikke tatt med. Bløtbunnsfaunaen viser varierende grad av forstyrrelse, men dårlig sammenheng med avstand fra Sandefjord.

Informasjon om miljøgifter i marine organismer. Materialet omfatter data fra tang, blåskjell og fisk. Det er tidligere funnet meget høyt innhold av dioksinliknende PCB og andre stoffer i torskelever, krabbe og blåskjell fra indre fjord. Undersøkelser i 2004 og 2005 viser 30-95 % reduksjon i nivåer av disse siden 1997.

Informasjon om forurenset grunn og tilførsel til fjorden. Undersøkelsene omfatter analyser av geotekniske forhold samt miljøgifter i overvann, snø, grunnvann og jord. Spesielt mange undersøkelser er gjort på Framnes. Det er lite data som beskriver tilførsel via avrenning og overløp. Landområdene har ulik, men til dels høy grunnforurensning av tungmetaller, olje, PAH, PCB og TBT.

Informasjon om strømforhold. Informasjonen omfatter tre undersøkelser ved bruk av strømmålere i faste posisjoner og en fjerde måleserie er i ferd med å bli rapportert. De mest omfattende målingene er gjort under tiltaket i Kamfjordkilen. Undersøkelsene viser et rimelig samsvarende bilde av strømningsforholdene. Strømmen veksler i takt med tidevannet, men viser en svak hovedtransport innover på østsiden og utover på vestsiden. Typiske strømhastigheter 2 – 5 cm/s.

Følgende tilleggsundersøkelser er anbefalt i prioritert rekkefølge:

- Skaffe data om typiske, lokale nivåer av løst og partikkelbundet miljøgiftforurensning i nedbørsavrenning til fjorden fra det sentrale byområdet (Kilgata-Hystadveien). Dette bør gjøres på

vann og sedimenter i kummer nær sjøen som mottar nedbør. Kommunen har identifisert 4 aktuelle prøvepunkter. Samlet kostnad anslås til NOK 0,5 – 0,7 mill.

- Oppdatere og supplere kunnskapen om forekomst av miljøgifter i tid og rom i sedimentene. Baseres på et rutenett i havneområdet og langs en linje (transekt) mellom Framnes og Tranga, og med stasjoner som prøvetas en gang med bruk av kjerneprøvetaker. Analysene bør dekke overflatesedimentene og utvalgte vertikale profiler. Sedimentene bør også aldersdateres på 3 utvalgte steder for å få bedre informasjon om avsetningshastighet. Samlet kostnad anslås til NOK 1 – 1,2 mill.
- Få et mer pålitelig bilde av spredningsmønsteret for miljøgifter i vannmassene i ulike delområder av fjorden. Baseres på faste rigger med sedimentfeller, passive prøvetakere, blåskjell og strømmålere i 3 posisjoner, der det trangeste området vest for Framnes ansees som viktigst. Samlet kostnad anslås til NOK 0,5 mill.

Det er beskrevet overordnet miljømål, delmål og eksempler på tiltaks mål på tre ambisjonsnivåer. Nivåene er så godt som mulig harmonert med Vannforskriftens tre beste klasser av miljøtilstand for typebetegnelsen Kystvann. Eutrofirelaterte kvalitetselementer i forskriften er ikke tatt med.

- Høyt ambisjonsnivå av hovedmål skal tilfredsstillende Vannforskriftens normative definisjonen av svært god økologisk tilstand.
- Middels ambisjonsnivå skal tilfredsstillende normativ definisjon av god økologisk tilstand.
- Lavt ambisjonsnivå skal på sikt tilfredsstillende den normative definisjonen av moderat økologisk tilstand og legger i tillegg opp til en måloppnåelse gjennom hel eller delvis naturlig restitusjon av sedimentene.

1. Innledning og bakgrunn

I Tiltaksplan for forurensede sedimenter – fase 2 (Skei og Hansen 2005) er det gjort en samlet vurdering av behovet for tiltak som kan ha positive effekter på sjømiljøet i fjorden innenfor Tranga. Myndighetene mener imidlertid at det fortsatt er usikkerhet mht miljøtilstanden i fjorden og at grunnlaget for å utforme en endelig tiltaksplan fortsatt er for mangelfullt. Fylkesmannen i Vestfold og Sandefjord kommune har derfor gitt NIVA i oppdrag å utarbeidet en GIS-tilpasset database som omfatter all tilgjengelig informasjon om forurensningssituasjonen i Sandefjordsfjorden, inklusive kilder fra land. Målet med databasen er både å få en oversikt over eksisterende miljøinformasjon og å kunne identifisere kunnskapshull som det er behov for å dekke med supplerende undersøkelser for å kunne vurdere tiltaksalternativer og kostnader på land og sjø opp mot miljømål. På basis av dette har myndighetene bedt om at det utarbeides begrunnede forslag til tilleggsundersøkelser som ansees nødvendige for tiltaksplanarbeidet. Myndighetene har også ønske om å revidere de foreløpige miljømålene for fjorden gitt i tiltaksplanen – fase 2, og har bedt om forslag til målformuleringer på tre ambisjonsnivåer.

Litteraturhenvisningene i rapporten er dels gitt i form av forfatter og år dels form av nummer (for eksempel /1/). De første henviser til referanselista i kapittel 6, de siste til ref.nr. i rapportfortegnelsen over datamaterialet i databasen gitt i Vedlegg A.

2. Målsetting

Målsettingen for prosjektet er tredelt.

- Utarbeidelse av rapport og en GIS-tilpasset database som gir en samlet oversikt over data for forurensningssituasjonen i Sandefjordsfjorden, inklusive kilder fra land, med basis i allerede foreliggende undersøkelser.
- Anbefalinger om tilleggsundersøkelser som bør gjøres for å dekke opp eventuell manglende informasjon med tanke på å få en samlet oversikt over forurensningssituasjonen som grunnlag for å utarbeide en samlet tiltaksplan for fjorden.
- Utarbeidelse av tre sett med forslag til miljømål på ulikt ambisjonsnivå som skal danne grunnlaget for senere kost-/nyttevurderinger.

Dette dokumentet presenterer sluttresultatene fra prosjektet. En hovedaktivitet i prosjektet har vært å samle all relevant informasjon og innarbeide dette i en database tilpasset bruk i geografisk informasjonssystem (GIS). Databasen beskrives i rapporten, men overleveres utenom i elektronisk form.

3. Utarbeidelse av database og rapport over forurensningssituasjonen

3.1 Formål

Oppgaven har bestått av å samle all tilgjengelig miljøinformasjon om sjøbunnen, økologisk tilstand, forurensningsnivå i organismer, strømningsforhold og kilder til forurensning av sedimentene fra land, i Sandefjordsfjorden og legge dette i en GIS-tilpasset database.

3.2 Omfang av datainnsamlingen

Hovedvekten er lagt på belastning fra miljøgifter, men en del data som gjelder næringssalter og overgjødning (eutrofi), samt bakterielle forurensning (koliformer) er også tatt med. En liste over de rapporter som FM anså som mest relevant og som var vedlagt tilbudsinnbydelsen, har dannet utgangspunktet for datainnsamlingen. I tillegg er miljøkonsulenter og bedrifter som kunne tenkes å ha ytterligere data blitt kontaktet og materialet mottatt herfra er lagt inn. NIVA er også gjort oppmerksom på en del undersøkelser som er i ferd med å bli avsluttet og som kan bidra med aktuelle data. Dette materialet er naturlig nok ikke med, og det anbefales at databasen oppdateres etter hvert som nye data blir tilgjengelige. En oversikt over de datakilder som er tatt med er gitt i Vedlegg A. Materialet dekker undersøkelser fra ca 1990 og fram til i dag.

3.3 Metodikk for behandling og innlegging av data.

På oppstartmøte hos Fylkesmannen 09.11.2009 NIVA mottok om lag 35 trykte rapporter fra tidligere undersøkelser i området. Sammen med rapportene var også en liste over kjente tidligere undersøkelser. NIVA fikk også oversendt en liten database, som inneholdt resultater fra utvalgte undersøkelser fram til 2001. Denne databasen var laget i Access, og virket godt strukturert for videre bruk. Det ble derfor besluttet å fortsette å fylle data inn i denne framfor å bruke tid på omstrukturering av databasen.

Rapportene ble så gjennomgått for å få oversikt over målingene som rapportene bygget på. Rapportene ble satt inn i system og nummerert, og det ble laget en referanseliste basert på listen fra Fylkesmannen. Det ble opprettet et elektronisk bibliotek på NIVAs felles nettverksdisk basert på denne referanselisten. I dette biblioteket fikk hver rapport sin egen arbeidsmappe for ekstraherte målesett, posisjoner og andre notater.

”Kildelisten” fra databasen ble hentet ut og sammenholdt med referanselisten, og det ble oppdaget at databasen inneholdt rapporter som ikke var å finne igjen på denne, og Sandefjord kommune ble kontaktet for å oppklare uklarhet og luke ut irrelevante data fra basen.

Etter at man hadde oversikt over innholdet i databasen startet arbeidet med å komplettere den med data fra rapportene. Tabeller over måledata var listet opp i noen av rapportene, mens andre ikke hadde egne datainnsamlinger, men bygget videre på tidligere undersøkelser. Dette ble notert i referanselisten for hver og en av rapportene.

Parallelt med denne prosessen ble rapporter fra undersøkelser i området innhentet fra næringsliv, forskningsmiljø og diverse miljøkonsulenter. Primært ble elektroniske versjoner etterspurt, og aller helst med editerbare rådata i tabellform. I noen tilfeller lyktes det å få tilgang til disse, men langt de

fleste bidragsyterne leverte filer i PDF-format. I tilfeller der det viste seg vanskelig/umulig å få tak i noe overhodet, utenom den trykte versjonen av rapporten, ble denne scannet i 300dpi. Samtlige PDF-filer ble lagt i det felles biblioteket.

Sider med relevant måledata ble valgt ut og prosessert av et profesjonelt OCR program (ABBYY FineReader 9.0), som konverterte datatabellene til EXCEL filer. EXCEL arkene ble deretter bearbeidet med stasjonsinformasjon og målinger, slik at de kunne limes inn i ACCESS databasen.

I arbeidet har det utkrystallisert seg en del problemer og feilkilder som har vært tidkrevende å ordne opp i.

I flere tilfeller har det vært nødvendig å konvertere kartkoordinatene fra grader/minutter til desimalgrader som brukes i databasen. I andre tilfeller er ikke koordinatene oppgitt, men punktene bare tegnet inn på et kart. Disse posisjonene ble avlest ved hjelp av kartløsningene på <http://www.finn.no/> og <http://www.statkart.no/>. Denne metoden er effektiv og ga gode resultater. Det har også vært nødvendig å kontrollere at enhetene på analyseresultatene har vært riktige, entydige og sammenliknbare.

Når man skanner et ark er det fare for at tallene på arket ikke blir gjenkjent av dataprogrammet. Det kan være vanskelig å oppdage om tallene har blitt tolket feil når det er store tabeller. I noen tilfeller er det mulig å etterprøve skanningen, for eksempel når det er oppgitt summer av målingene, slik som PAH₁₆ eller PCB₇. Da kan man kontrollsummere og sjekke om tallene stemmer overens. I andre tilfeller er det nødvendig å sjekke alle tallene manuelt. Alle de skannede tabellene har blitt kontrollert visuelt opp mot originalen før de har blitt lagt i databasen. Denne kontrollen, i tillegg til kontrollsummeringen der hvor det har vært mulig, gjør at vi er sikre på at svært få av disse feilene, om noen, har havnet i databasen.

Det har også vært nødvendig å ta høyde for at enkelte posisjoner er oppgitt feil i de opprinnelige rapportene. Når stasjonene tegnes inn på kart så fremkommer mange av disse feilene. Ved å sammenlikne med de opprinnelige rapporterte stasjonskartene mener vi å ha fjernet det aller meste av disse plasseringsfeilene.

3.4 Beskrivelse av databasen

Databasen er laget i MS ACCESS og er en fortsettelse på en database som ble overlevert fra Sandefjord kommune i starten av dette arbeidet. Databasestrukturen (Tabell 1, Tabell 2.) ble ansett som praktisk for det videre arbeidet, så det er ikke gjort endringer på denne.

Tabell 1. Oversikt over innholdet i database-tabellene.

Tabellnavn	Inneholder
FELLES	Denne tabellen utgjør ryggraden i databasen. Den inneholder alle stasjonsdata. Alle målinger relateres til en rad i denne tabellen gjennom parameteren løpenr.
PAH	Inneholder PAH målinger
PCB	Inneholder PCB målinger
METALLER	Inneholder måleverdier for tungmetaller
FYS_PARAM	Inneholder fysiske parametre
BIO_PARAM	Inneholder biologiske parametre
TINNORG	Inneholder data for tinnorganiske stoffer
KLORORG	Inneholder data for klororganiske stoffer
THC_TBX	Inneholder målinger av oljestoffer

Tabell 2. viser en liste over feltene i tabellen FELLES. Noen av disse feltene er essensielle, andre er lagt inn for å lette inndelingen av prøver i grupper, f. eks prøvetype, område eller årstall.

Tabell 2. Kolonnene i tabellen FELLES

Feltnavn	Forklaring
KOMMNR	Har verdi 706 for Sandefjord kommune.
LOPENR	et unikt nummer for hver prøve som er registrert i tabellen. Denne kolonnen er en nøkkel som kobler til målingene i tabellene som er listet over. Følg denne koblingen til de øvrige tabellene for å finne måleverdiene.
GML_PROVENR	En referanse (navn) til stasjonen, brukt av den som opprinnelig foretok målingen.
RAPP_NR	Navn på rapporten hvor målingen er rapportert.
N_GEOGRAFISK	Breddegrad som desimalgrader.
N_UTM	Breddegrad som UTM koordinater. Denne er ikke brukt.
E_GEOGRAFISK	Lengdegrad som desimalgrader.
E_UTM	Lengdegrad som UTM koordinater. Denne er ikke brukt.
VANNDYBDE	Dypet som målingen er tatt på i meter under havnivå
SED_DYP_TOPP	Øverste dyp for sedimentsjikt dersom det er en sedimentstasjon. Angitt i centimeter
SED_DYP_BUNN	Nederste dyp for sedimentsjikt dersom det er en sedimentstasjon. Angitt i centimeter
PCB	Har verdien 1 dersom det er PCB-måling på stasjonen. Har verdien 0 hvis ikke.
PAH	Har verdien 1 dersom det er PAH-måling på stasjonen. Har verdien 0 hvis ikke.
METALLER	Har verdien 1 dersom det er metall-måling på stasjonen. Har verdien 0 hvis ikke.
KLORORG	Har verdien 1 dersom det er klor-måling på stasjonen. Har verdien 0 hvis ikke.
TINNORG	Har verdien 1 dersom det er tinn-måling på stasjonen. Har verdien 0 hvis ikke.
BIO_PARAM	Har verdien 1 dersom det er biologiske parametre på stasjonen. Har verdien 0 hvis ikke.
FYS_PARAM	Har verdien 1 dersom det er fysiske parametre på stasjonen. Har verdien 0 hvis ikke.
THC_BTEX	Har verdien 1 dersom det er måling av THC_BTEX på stasjonen. Har verdien 0 hvis ikke.
OMRÅDE	Grov inndeling av området.
LOKALITET	Finere angivelse av området
PROVETYPE	Angir hva slags prøve som er tatt, f.eks. blåskjell, fisk, sediment
PROVEMEDIE	Grovere inndeling av prøvetyper, f.eks. biota, vann, sediment
AARSTALL	Årstall for prøvetakingen
DATO	Dato for prøvetaking
DATUM	Geografisk datum for koordinatene, stort sett WGS84

De øvrige tabellene inneholder kolonnevise data for alle parameterne. Enhetene for målingene er angitt i designdelen av tabellen, og følger standard konvensjoner for målinger av de forskjellige parameterne.

I hver datatabell er hver parameter gitt i separate kolonner. For hver parameterkolonne er det en kolonne som heter det samme, med suffix ”_operator”. Denne kolonnen forteller hvordan verdien for den målte parameteren skal tolkes. Disse operatorkolonnene har en av disse verdiene:

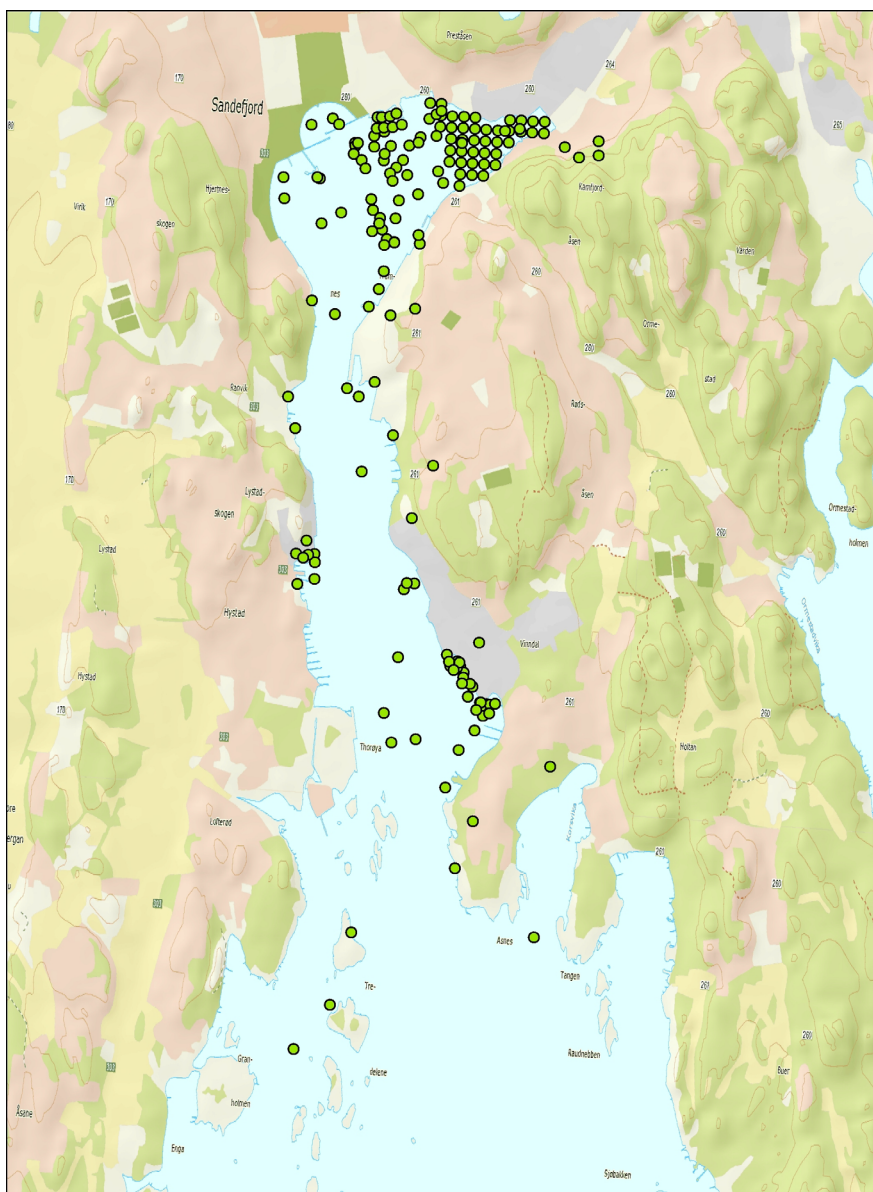
”=” (”er lik”), som betyr at parameterverdien er lik det tall som står oppgitt

”<” (”mindre enn”), som betyr at parameterverdien er mindre enn det tallet som står oppgitt.

Nødvendigheten av dette skyldes at man ofte måler en øvre skranke for en konsentrasjon, i stedet for den eksakte konsentrasjon, f. eks hvis konsentrasjonen er under deteksjonsgrensen. I noen tilfeller er operatorkolonnen lik "<" uten at det står noen verdi for parameteren. Det betyr at konsentrasjonen var under deteksjonsgrensen, men at deteksjonsgrensen ikke er oppgitt.

3.5 Resultater

Til sammen er det lagt inn data fra ca 50 undersøkelser (Vedlegg A), de aller fleste gitt i form av rapporter ledsaget av resultattabeller i elektronisk eller trykket form. Figur 1 viser hvordan informasjonen fordeler seg i fjordområdet. Øvrige eksempler på kartfigurer i hovedrapport og Vedlegg B er gjort i utdrag fra databasen.

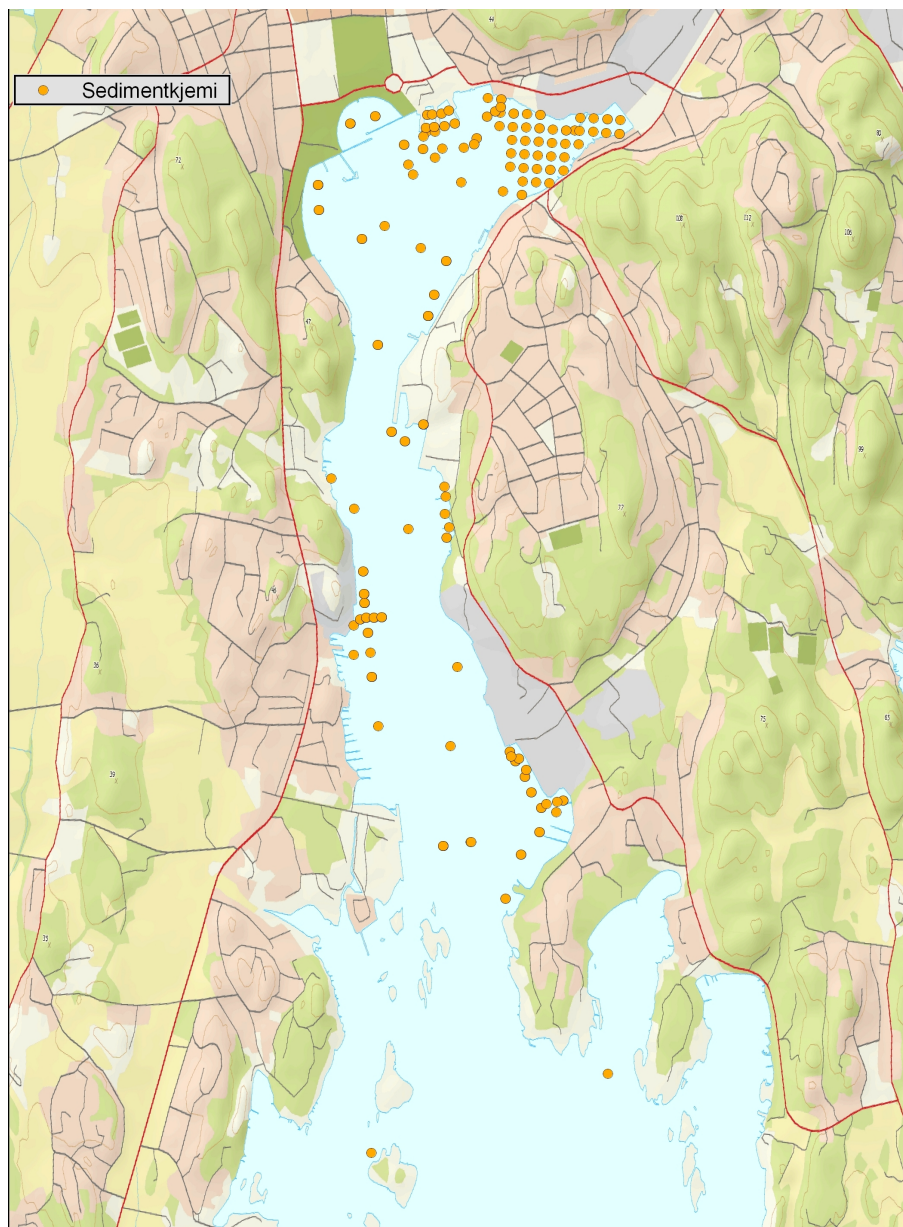


Figur 1. Kart over alle prøvetakingspunkter i og ved Sandefjordsfjorden som ligger i databasen. Med denne oppløsningen kan enkelte punkter dekke flere stasjoner eller undersøkelser.

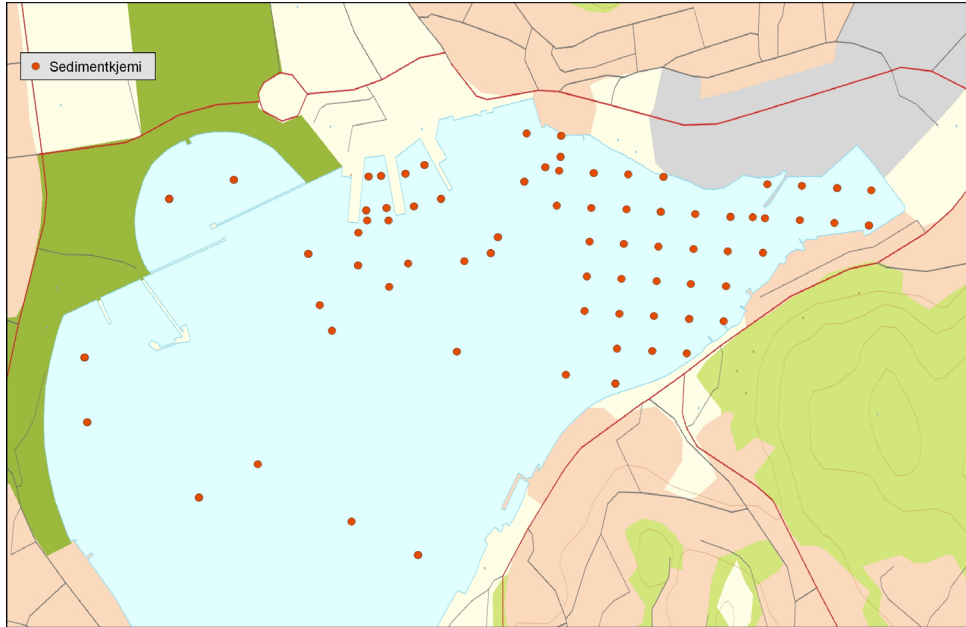
3.5.1 Informasjon om bunnsedimentene

Dataomfang

De aller fleste datapunktene representerer en enkelt undersøkelse i tid og er derfor ikke egnet til å informere om tidstrender. Den tetteste deknningen finnes i områdene der er gjennomført tiltak, slik som Kamfjordkilen og Gimle (Figur 2, Figur 3, og Vedlegg B), eller der Tiltaksplanen fase 2 anser at det kan være størst behov for tiltak som Framnes – Langestrand og Pronova-Vera. Dekningen i øvrige deler av fjorden er noe mer usystematisk og det finnes områder som fortsatt er lite undersøkt. Det viktigste av disse synes å være bukta utenfor Hjertnes båthavn, dypålen sentralt i fjorden fra Framnes til Trangsholmene og områdene rundt Thorøya.



Figur 2. Kart over alle prøvetakingspunkter på sedimenter i Sandefjordsfjorden som ligger i databasen.



Figur 3. Kart over alle prøvetakingspunkter på sedimenter i havneområdet som ligger i databasen (se også Vedlegg B).

I Kamfjordkilen og utenfor Jotun omfatter databasen for helhetens skyld også undersøkelser gjort før tiltak. Det er bare undersøkelser etter de gjennomførte tiltakene som beskriver fjordtilstanden nå og derfor har verdi for tiltaksplanarbeidet. I Kamfjordkilen er det god geografisk dekning med data fra undersøkelser rett etter sedimenttiltakene. Disse er relevante såfremt det ikke senere er gjennomført tildekking i deler av kilen. Utenfor Jotun er det ikke gjennomført sedimentanalyser etter at sedimenttiltakene var ferdig, så her er det kun et par stasjoner ut mot den dypere del av fjorden som kan beskrive nåsituasjonen. For øvrig kjenner vi ikke til tiltak som skulle gjøre datamaterialet uegnet for formålet.

Siden sedimentundersøkelsene er gjort over et tidsrom fra 1994 til i dag, er det usikkert om de tidligste datasettene er egnet for å beskrive dagens situasjon. Siden de eldste analysene ble gjort er det gått ca 16 år, og i følge estimerte sedimenteringshastigheter kan det i denne tiden være avsatt ca 5-6 cm nytt sediment. Gjennomførte tiltak har sannsynligvis gjort at kvaliteten på det sedimenterende materialet har endret (forbedret) seg over tid, slik at en pålitelig tilstandsbeskrivelse vil kreve nye analyser.

Så godt som alle undersøkelsene er basert på kjerneprøver. På de fleste stasjonene omfatter analysene bare av de øvre ca 2 cm av sedimentet. Analyse av vertikalfordelingen av forurensningsstoffer i sedimentet er gjort i 1997 på en stasjon i dypeste området utenfor Framnes (øvre 30 cm, /6/), i 2004 på 12 stasjoner fordelt mellom Hesteskoen, bukta ved Hjertnes båthavn og Framnes (øvre 15 – 80 cm, /12/) og i 2007 på 12 stasjoner utenfor Jotun (øvre 15 – 40 cm, /24/). Undersøkelsene dekker i stor grad det samme utvalget av miljøgifter: tungmetaller, PAH, PCB og TBT. Noen undersøkelser har også omfattet DDT og utvalgte klororganiske stoffer utenom PCB. I førundersøkelsen før mudringstiltaket i Kamfjordkilen /50/ ble det også sporadisk analysert kjerneprøver ned til ca 90 cm, mens etterundersøkelsen bare dekket de øvre 0-10 cm.

Tilstandsbeskrivelse

Forurensningsgrad. Undersøkelsene er gjort til ulike tider og har derfor ulik aktualitet mht dagens situasjon, men enkelte fellestrekk finnes mht miljøgiftinnhold. Jevnt over er fjordsedimentene

forurenset over SFT klasse II for alle de undersøkte miljøgiftene (alle klassifiseringer er etter Molvær et al 1997), med TBT stort sett i klasse IV og V. Fordelingen med dypet er noe variabelt. NIVAs undersøkelser i 1994 /3/ og 1997 /6/ viste at sedimentene utover langs dypeste delen av fjorden grovt sett hadde PCB i SFT klasse II-IV, det samme for DDT, PAH, Hg, Cu og Pb, mens TBT lå i klasse IV. Det var noe lavere nivåer i 1997 enn 1994 i toppsjiktet. Vertikalfordelingen i dypeste område utenfor Framnes viste gradvis økning av forurensning med sedimentdyp fra 0 til 10 cm og tegn på fallende konsentrasjoner dypere enn ca 25 cm. Etterundersøkelsene etter tiltak i Kamfjordkilen /20/ viste meget høye nivåer av Hg, PCB og TBT, spesielt under småbåthavnene på sørsiden, men lave nivåer av nye miljøgifter som bromerte flammehemmere, alkylfenoler og klorerte pesticider. DNVs undersøkelse i 2005 /13/ viste moderat belastning i Hesteskoen og bedring siden 1997, metallene lå i klasse I-III. Det var mindre belastning i Hjertnes båthavn og utenfor, mens Framnes var mest belastet. Her lå Cu, Pb og Hg i klasse V. Det synes å være gradvis bedre forhold nordover fra Framnes. TBT var i klasse V alle tre stedene. I motsetning til dyppartiet utenfor Framnes viste DNVs undersøkelse at topplaget hadde høyest forurensning. NIVAs undersøkelse i Kamfjordkilen i 2003 etter mudring /51/ viste Hg fortsatt i klasse III-V, øvrige metaller kl II-III, PCB og PAH klasse II – IV, med noen hotspots i klasse V. TBT kl V. Forurensningen fantes i hovedsak i øvre 1-2 cm, og kan skyldes det løse overflatelaget etter mudringen. Miljøbistands undersøkelse utenfor Pronova i 2005 /17/ viste metaller i klasse I-III, PCB i klasse II, PAH i klasse IV-V og TBT i klasse IV ved overflata, noe lavere i 50 cm dyp.

I Vedlegg B er et utvalg kartfigurer fra havneområdet som viser forurensningstilstand i sedimentene i følge SFTs reviderte klassifiseringsveileder (Bakke et al. 2007b). Tidspunkt for undersøkelsene er angitt i kartet som viser innhold av PAH.

Sedimenteringshastigheter. De målingene av sedimentasjonsrate som er gjort /13/ /25/ har beregnet en avsetning på 4-5 mm/år både i Hesteskoen, utenfor Hjertnes båthavn, Framnes og Jotun.

3.5.2 Informasjon om økologisk tilstand

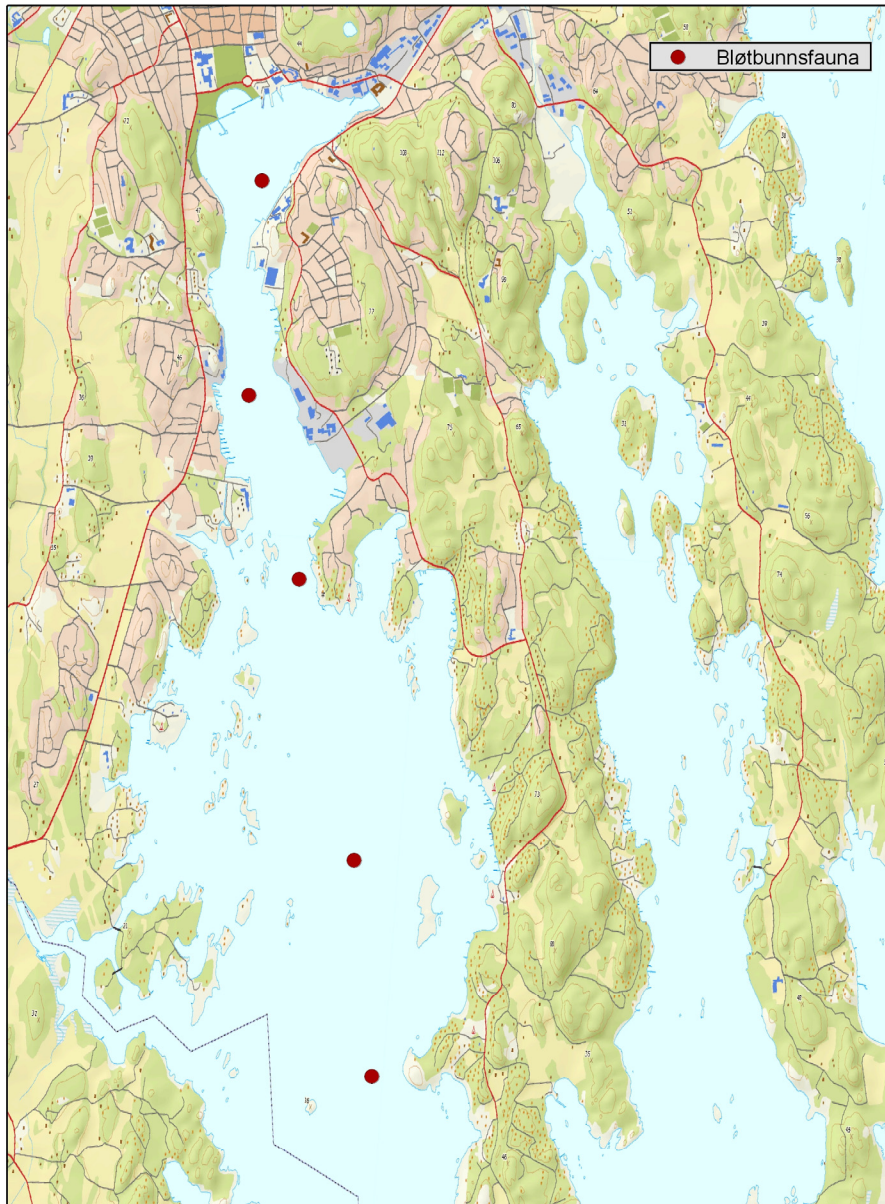
Dataomfang

Det er gjort få undersøkelser av økologisk tilstand i fjorden. Den mest omfattende er en analyse av bløtbunnsfauna i en gradient innover i det dypeste partiet (Figur 4, /10/). Samme undersøkelse dekker også grunntvannssamfunn på hardbunn ved Stub og tre stasjoner utenfor Tranga.

Overvåkingsprogrammet for Ytre Oslofjord dekker også en hardbunnsstasjon i ytre del av fjorden undersøkt ved 3 anledninger. Samfunnsstrukturen på hardbunn reflekterer først og fremst påvirkninger fra eutrofi og evt. klimaendringer, ikke miljøgifter. Av denne grunn og siden materialet er av en slik karakter at det også ville kreve en ombygging av databasestrukturen, er det ikke tatt med.

Tilstandsbeskrivelse

Bløtbunnsfaunaen var preget av meget høye individtall av enkelte arter /10/. Selv om undersøkelsen viste varierende grad av forstyrrelse i bunnsfaunaen var det dårlig sammenheng med avstand fra Sandefjord. Et unntak var at stasjonen inne i havneområdet (Figur 4) hadde få arter og individer og hadde klart dårligere tilstand enn stasjonene fra Framnes og utover til Rauholmene/Kvernberget. Grunntvannssamfunnet på hardbunn i ytre del av Sandefjordsfjorden fremstår som sunt, men med økende preg av overgjødning (eutrofiering) innover fjorden.

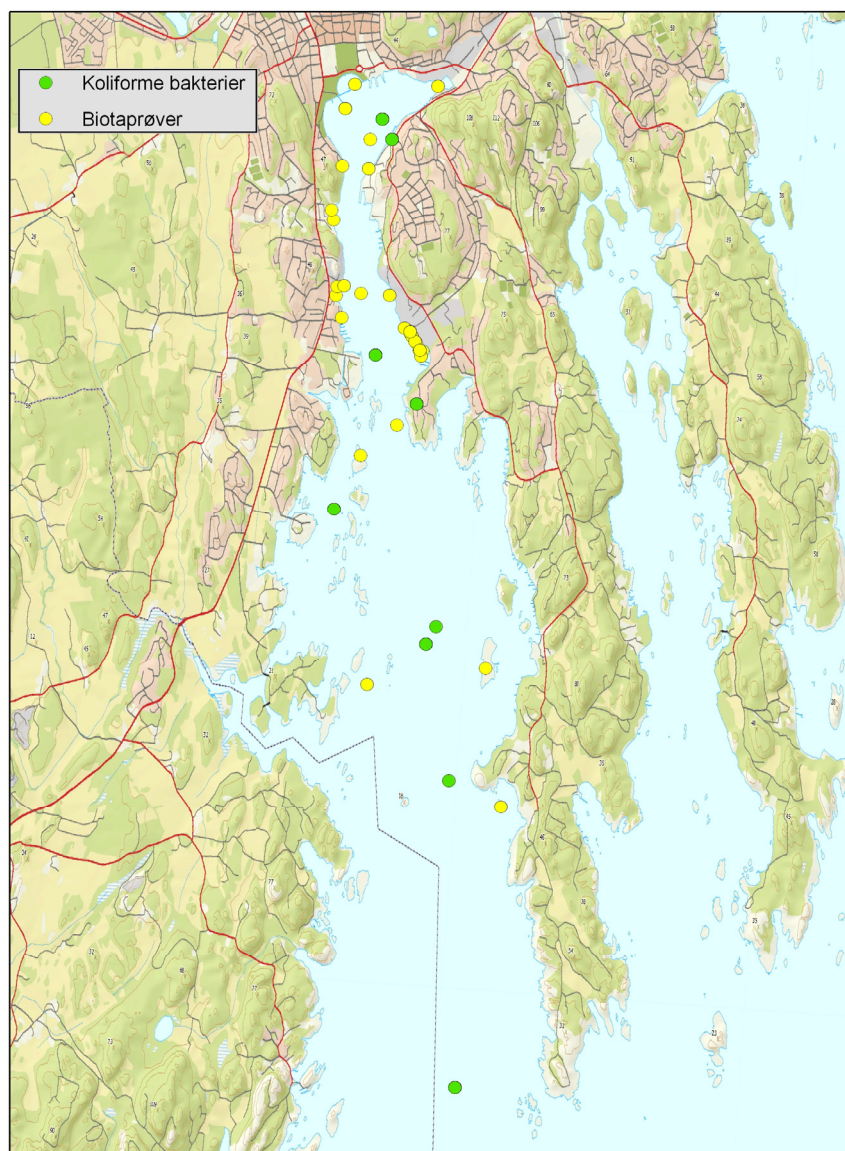


Figur 4. Kart over alle prøvetakingspunkter for bløtbunnsfaunaanalyse fra Sandefjordsfjorden som ligger i databasen.

3.5.3 Informasjon om miljøgifter i organismer

Dataomfang

Materialet omfatter data for vevsnivå av miljøgifter i tang, blåskjell og fisk fra ulike undersøkelser (Figur 5). Omfanget av data for tang er lite og dekker kun utvalgte metaller i blæretang fra Jotun og Stub /9/. Data for blåskjell dekker både analyser av naturlige bestander (Stub, Jotun, Vera og Hellesøy) og spesialundersøkelser av skjell transplantert fra rent område til strandkanten ved Vera-deponiet /1/, /2/, /4/ og til rigger i ulike posisjoner innenfor Tranga /7/. Fiskeundersøkelsene omfatter torsk og skrubbeflyndre /9/. Det er også analyser av krabbeinnmat. Noen av undersøkelsene dekker de samme arter og stasjoner til ulik tid slik at det har vært mulig å beskrive en tidstrend.



Figur 5. Kart over alle prøvetakingspunkter for miljøgifter i marine organismer og for koliforme bakterier i Sandefjordsfjorden som ligger i databasen.

Tilstandsbeskrivelse

NIVA fant i 1997 meget høyt nivå av dioksinliknende PCB i torskelever innenfor Tranga, men moderat lenger ute /9/. Dette synes å være en økning siden 1993. Høyt nivå ble også påvist i krabbe og blåskjell fra indre fjord. I tillegg ble det funnet høyt nivå av andre PCB-forbindelser (PCB₇) også i torsk og blåskjell. Moderat forurensning av metaller unntatt Pb er funnet i blåskjell og av Cu i tang. Det var lave metallnivåer i fisk og krabbe. PAH-forurensningen var relativt lav i blåskjell, mens TBT-nivået var meget høyt. Gjentatt undersøkelse av blåskjell fra Stub i 2004 viste en 90 % reduksjon i metallinnhold, 80 % reduksjon i TBT, 70 % reduksjon i PCB₇ og 30 % reduksjon i PAH i forhold til i 1997/98. TBT-forurensningen var fortsatt markert, øvrig forurensning ubetydelig (metaller) til moderat (PCB og PAH). Analyse av torsk fra indre og ytre fjord ble gjentatt i 2005 og viste også betydelig bedring av forholdene. PCB₇ hadde gått ned med 80-95 % innenfor Tranga, men øket utenfor. Innenfor Tranga hadde dioksiner i torskelever gått ned med 70 % og dioksinliknende PCB med 90 %

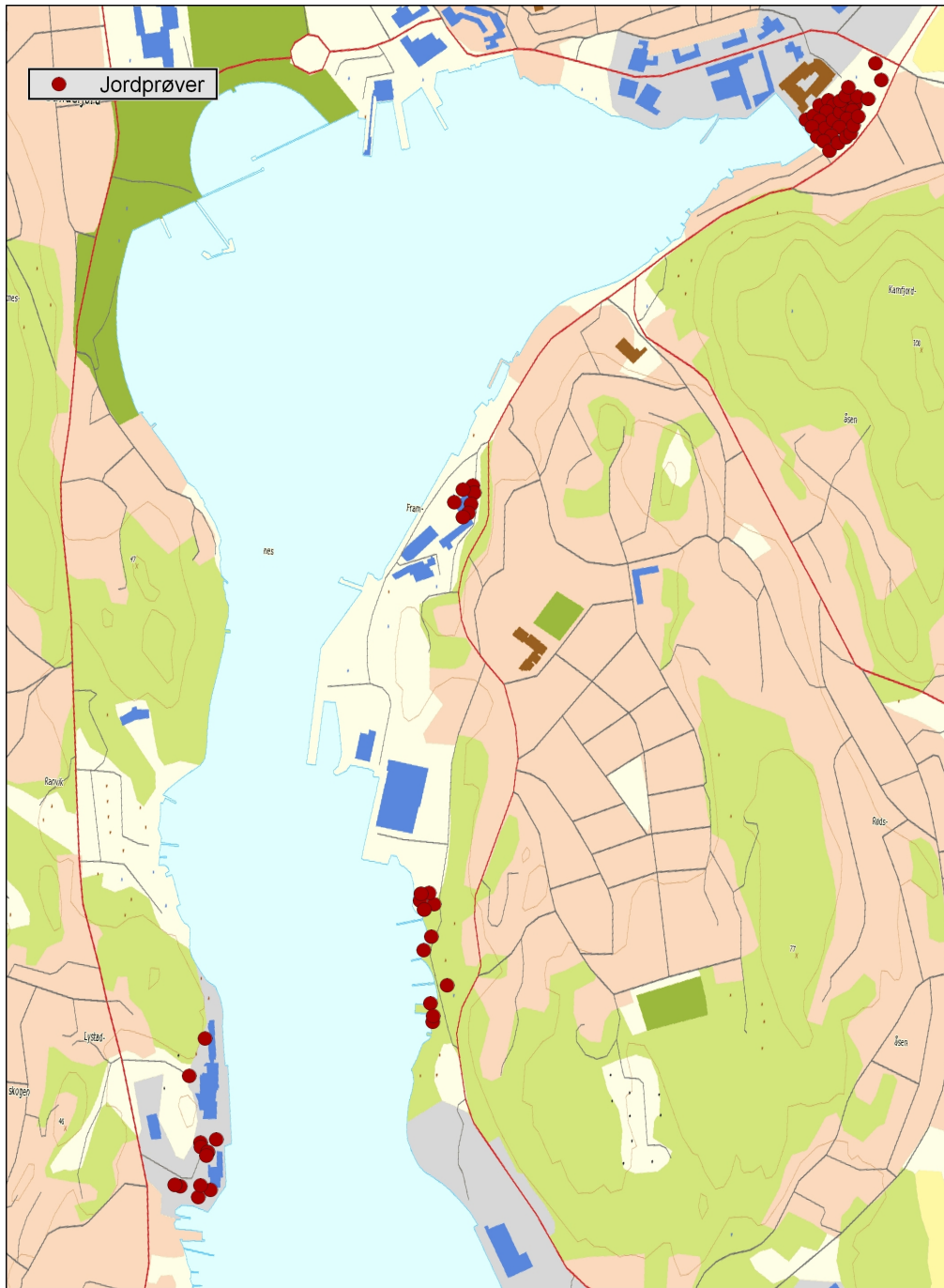
3.5.4 Informasjon om kilder til forurensning fra land**Dataomfang.**

Undersøkelser er gjennomført på Kilen brygge /35/, /36/, /37/, Kilen fyllplass /38/, Framnes /29/, /30/, /31/, /32/, /45/, /48/, /49/, Jotun /22/, /25/ og Vera /1/ (Figur 6). Undersøkelsene omfatter analyser av geotekniske forhold og av miljøgifter i vann og jord fra grunnbrønner og -sjakter, deponimasser, annen forurenset grunn, trafikkforurenset snø /15/ og avrenning fra ledningsnett. Spesielt på Framnes er det gjort mange undersøkelser. Det er også gjort analyser av forurenset grunn og deponimasser langs Kilgata, men disse er ikke tatt med siden de viser situasjonen før det ble gjennomført opprydding i området og avskjæring av forurenset transport til fjorden.

Tilstandsbeskrivelse

Kilen øst har forhøyet nivå av tungmetaller, olje og PAH, men ikke av Hg. I grunnen på Framnes er det tidligere funnet overkonsentrasjoner av olje, PAH, tungmetaller, primært As, Pb, Hg, Cu og Zn. Det synes å være lite forurensning i grunnvannsprøver. På Langestrand er det også påvist høye nivåer av Cu, Zn, Cu og PAH samt noe PCB. Nyere undersøkelser på Framnes har vist forhøyet nivå av tungmetaller (Pb, As og Zn), olje og PAH i vest, men lite i øst. Forhøyet PCB og TBT synes å være mer flekkvis fordelt. I Veradeponiet er det tidligere påvist forhøyde nivåer av PCB og tungmetaller, men ikke påvisbar utlekking til sjø. Deponiet er nå isolert. I grunnen på Jotun på Gimle er det funnet flekkvis meget forhøyet nivå av metaller, BTEX, PAH og olje i jordprøver, av metaller og PAH i grunnvann og slam fra kummer, og høyt nivå av TBT i jord og slam. Her er opprydding gjennomført.

Det er lite data som beskriver dagens eller tidligere transport av miljøgifter gjennom avløpssystemet eller i form av direkte diffus avrenning i Sandefjord. Det finnes sporadiske tall for Hg, PAH og PCB i overløp og overvann til Kamfjordkilen /20/ som viser nivåer i overkant av det som er anvendt som typiske nivåer i modellering av avrenning. Forurensningen fra Hegnabekken er også undersøkt ved analyse i en rekke kummer /20/ De mest aktuelle, fra 2005, viser forhøyet nivå av Hg, PCB og TBT i slam i kummene nederst mot sjøen. PCB ble antatt å komme fra kilder i nedbørsfeltet mens TBT kunne stamme fra sjøvannsinntrenging i bekken. Bekken kunne derfor ikke utelukkes som miljøgiftkilde. Tilsvarende målinger finnes ikke fra andre vannkilder til sjø, f.eks Ruklabekken som går gjennom mesteparten av bykjernen. Teoretiske beregninger /11/ indikerer at tilførselen av PAH og Cu fra flomoverløp kan være betydelig, men dette er ikke basert på målinger. En enkeltundersøkelse av miljøgifter i snø gjort av kommunen i 2005 viste lave nivåer av miljøgifter (Sandefjord kommune 2005).



Figur 6. Kart over prøvetakingspunkter for jordprøveanalyser på land som ligger i databasen.

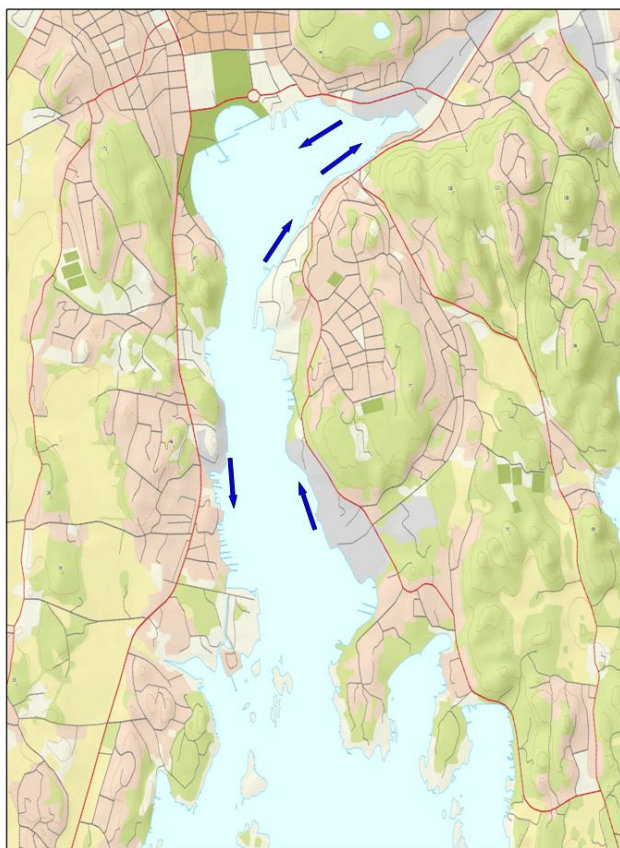
3.5.5 Informasjon om strømforhold

Dataomfang

Materialet omfatter tre undersøkelser ved bruk av strømmålere som har stått i faste posisjoner over ulike tidsrom. En fjerde måleserie er i ferd med å bli rapportert og derfor ikke tatt med. Rådata fra strømmålingene har vært for omfattende til å legges inn i databasen. Bare utledede data (strømhastigheter og retning) blir lagt inn og link til rådatafilene opprettet slik at brukere kan lage sine egne utdrag, tabeller og figurer etter behov. Den mest omfattende måleserien er gjennomført som ledd i miljøkontrollprogrammet under tiltaket i Kamfjordkilen /51/. Her ble strøm og en del andre parametere logget kontinuerlig på to måleriggler i grensen av tiltaksområdet i en periode på over et år i 2002-2003. I tillegg er det gjennomført 3 måleserier hver av ca 1 mnd varighet på senhøst-vinter utenfor hhv Jotun /40/, Framnes (DNV) og Pronova Biopharma (NIVA, ikke rapportert).

Tilstandsbeskrivelse

Strømundersøkelsene viser et rimelig enhetlig bilde av strømningsforholdene i fjorden (Figur 7). Strømmen er i hovedsak rettet langs land og veksler i takt med tidevannet. Typiske strømhastigheter er målt til ca 2 cm/s (maks ca 15 cm/s) ytterst i Kamfjordkilen /20/ og ved Pronova (NIVA upubl) og ca 5 cm/s (maks 25 cm/s) utenfor Jotun /40/. Det synes også å være et sammenfallende sirkulasjonsmønster innenfor Tranga med en svak netto hovedtransport innover langs land på østsiden og sørsiden og utover på motsatt side langs bysiden og vestsiden.



Figur 7. Skjematisk skisse av kjent sirkulasjonsmønster i Sandefjordsfjorden ut fra de gjennomførte strømmålingene. Sentrum av pilene angir posisjon for måleriggene.

4. Anbefaling om supplerende miljøundersøkelser

4.1 Målsetting og begrensninger

Målsetting med deloppgaven har vært å gi en anbefaling om hvilke supplerende miljøundersøkelser som bør gjennomføres for at faggrunnlaget for utarbeidelse av tiltaksplanen skal bli tilstrekkelig pålitelig. Det er behov for oppdatert kunnskap både for å gjøre en pålitelig risikovurdering av sedimentene, som er nødvendig før man utformer en tiltaksplan (se Bakke et al. 2007a), og for utarbeidelse av selve tiltaksplanen.

Anbefalingene er i stor grad utarbeidet på bakgrunn av diskusjoner med de sentrale fagmiljøene utenom NIVA som har gjennomført miljøundersøkelser og utredninger i Sandefjordsfjorden. I tillegg til en-til-en diskusjoner med enkelte rådgivere om omfang og mangler i eksisterende data ble det gjennomført en felles idedugnad 11.01.2010 mellom NIVA, Multiconsult, DNV, Biologge og NGI der også Fylkesmannen og Sandefjord kommune deltok, og der deltakerne kort presenterte egne undersøkelser og man diskuterte seg fram til hvilken tilleggsinformasjon om miljøforholdene det var behov for å skaffe. Resultatene fra idedugnaden er lagt til grunn for forslagene nedenfor.

4.2 Anbefalte tilleggsundersøkelser

De tilleggsundersøkelsene som bør gjøres for å bedre grunnlaget for tiltaksplanleggingen kan i utgangspunktet ha flere målsettinger:

- **Generere miljøinformasjon fra geografiske områder av fjorden som er lite undersøkt.**
- **Fastslå betydningen av kilder til forurensing som kan hindre oppnåelse av tiltaks mål**
- **Oppdatering av informasjon som er blitt for gammel til å vise dagens situasjon.**
- Skaffe informasjon om eventuelle nye miljøgifter som skaper bekymring.
- Bedring av grunnlaget for å bedømme fjordens naturlige utvikling før nye tiltak.
- Støtteinformasjon for vurderingen av måloppnåelse som følge av tiltak.

Prioritert målsetting i dette prosjektet er uthevet. Arbeidet har resultert i følgende anbefalinger om supplerende undersøkelser. Av disse er undersøkelse av avrenning fra land og supplerende undersøkelse av miljøgifter i sediment ansette som de to viktigste.

4.2.1 Undersøkelse av miljøgifttransport ved avrenning fra land

Begrunnelse

Det er liten hensikt å gjennomføre tiltak på sedimentene hvis man ikke har kildekontroll. Mangel på slik informasjon kan føre til at man feilprioriterer tiltak for å eliminere kilder og at sedimentområder der det er gjort tiltak blir forurenset på nytt. Tidligere vurderinger av kilder og tilførsler /11/, /20/ indikerer at avrenning fra land er den eneste potensielle eksterne kilde av betydning. Tidligere teoretiske beregninger /20/ har konkludert med at flomoverløp kan gi betydelig tilførsel av f.eks. PAH og Cu. Det er flere kilder til avrenning fra land spesielt rundt havneområdet. Målinger har vist at Hegnabekken kan være en moderat kilde til forurensning av Hg, PCB og kanskje PAH til Kamfjordkilen /20/. Avrenning langs Kilgata er stoppet ved avskjæring mot sjøen, men man vet for lite om byområdet lenger vest mellom Kilgata og Hystadveien, for eksempel Ruklabekken som samler overflatevann fra bykjernen. Det er også stort behov for informasjon om miljøgiftinnholdet i diffus

avrenning fra faste byflater (ikke bare fra ledningsnett), kanskje også supplerende informasjon om forurenset snø som bare er undersøkt en gang.

Målsetting

Skaffe tilstrekkelige og nødvendige data om nivå av løst og partikkelbundet miljøgiftforurensning i overflateavrenning fra byområdet til fjorden for å kunne avgjøre om denne tilførselen vil ha innvirkning på prioritering av tiltak og mulighet for oppnåelse av miljømål for fjorden.

Målemetode

Undersøkelsen bør gjøres på vann og sedimenter i kummer som mottar nedbør mellom Kilgata og Hystadveien. Siden man kan forvente at avrenningen som havner i kummene også er representativ for smeltet snø og det vannet som diffust renner over kaikanten, mener vi det er tilstrekkelig at det gjøres analyser fra kummene som grunnlag for å beregne miljøgifttilførselen fra de ulike delstrømmene. Så lenge fokus er på hva som havner i sjøen anbefales også at man konsentrerer seg om de kummene som er nærmest sjøen.

Vi foreslår at det tas samtidige prøver av både vann og slam i kummene, men at man evt. bare analyserer slammet i første omgang for å avdekke de viktigste områdene. Prøvetaking gjøres etter standard anerkjent metode. Slamprøvene bør fraksjoneres i ulike kornstørrelser og fraksjonene analyseres separat. Vann og slamprøver analyseres for de samme miljøgiftene som er i fokus i sedimentene: tungmetaller, PAH, PCB og TBT.

Omfang og tid

Prøvene bør tas både i begynnelsen av en nedbørsperiode som erfaringsmessig river med seg mest forurensningsavsetning og ved et par tidspunkter senere i perioden. Siden man ikke kan forutsi nedbørsperiodenes intensitet og varighet, bør det legges opp til å dekke flere slike perioder i løpet av våren og velge den beste for analyse. Antallet prøvepunkter er i noen grad avhengig av hvor komplekst ledningsnett er og plasseringen av sandfangskummer. Tilbakemelding fra kommunen er at det kan være aktuelt å undersøke 4 kummer i dette området. Med dobbel prøvetaking av vann og slam 3 ganger i hver av 3 nedbørsperioder mellom februar og mai der den mest representative perioden velges for analyse, vil programmet komme opp i anslagsvis 25 vann- og 25 slamprøver til analyse.

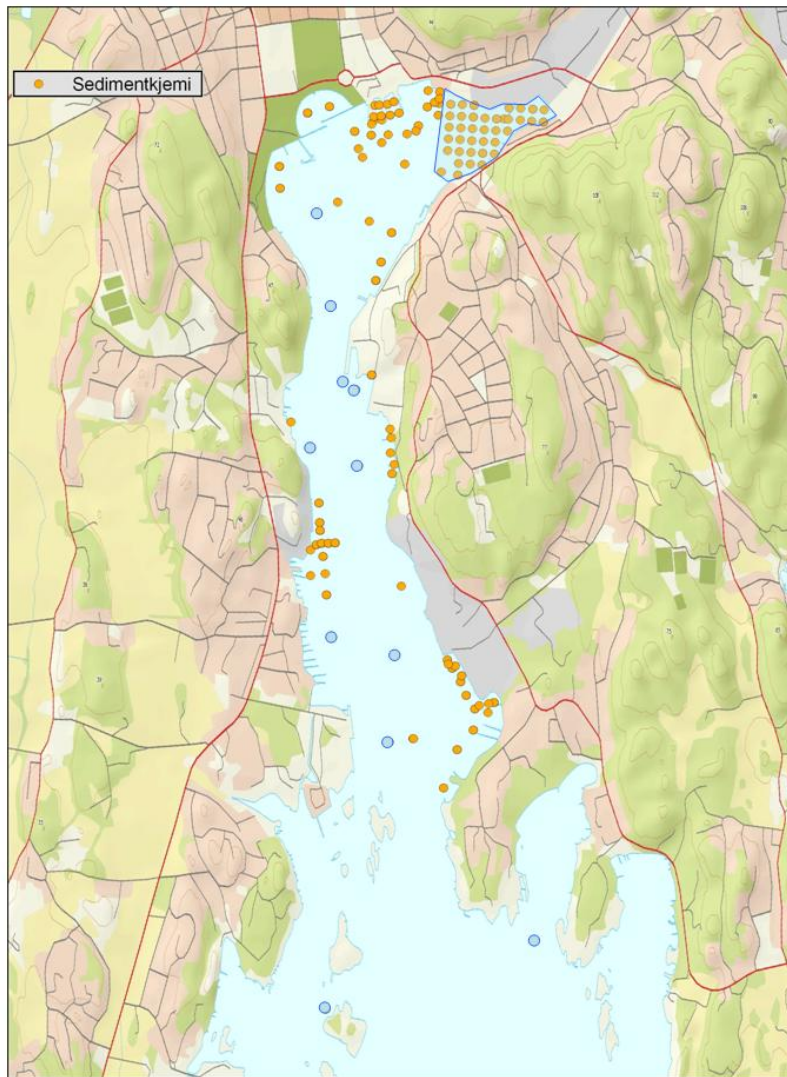
Kostnadsnivå

Samlet kostnad for en undersøkelse av dette omfang kan anslås til NOK 0,5 – 0,7 mill.

4.2.2 Undersøkelse av miljøgifter i sediment

Begrunnelse

Den geografiske dekkningen av fjorden er skjev og preget av ulike undersøkelser med ulikt formål til ulik tid og liten samkjøring. Det er også lite data fra de dypere bunnområdene fra Framnes og utover og data herfra er stort sett over 10 år gamle (Figur 8), mens det i randområdene finnes nyere undersøkelser (Jotun, Framnes-Langestrand, Vera). De seneste analysene fra Kamfjordkilen ble gjort rett etter tiltak og før området ble ”normalisert”, så her er det også behov for en oppdatering. Oppdatert kunnskap om forurensningstilstand er også en forutsetning for å gjøre en pålitelig risikovurdering av sedimentene. Det er også lite oppdatert kunnskap om vertikalfordelingen av miljøgiftene i sedimentet, noe som er viktig for å vite om sedimentkvaliteten i fjorden er i ferd med å endre seg. Noen undersøkelser tyder på at en forbedring er på gang /6/, /25/, andre viser ikke dette /12/.



Figur 8. Kart over alle prøvetakingspunkter på sedimenter i Sandefjordsfjorden med angivelse av stasjoner som ansees ikke å vise nåsituasjonen. Innringet område i Kamfjordkilen er stasjoner tatt like etter mudringsoperasjonen. Blå punkter viser stasjoner tatt før 2000.

Data om sedimenteringshastigheter er rimelig samsvarende, men bare kjent fra et par posisjoner på grunnlag av aldersdatering av kjerneprøver /12/, /25/. Sammen med vertikalfordelingen gir aldersdatering grunnlag for å bedømme om naturlig restitusjon er rask nok til at nulltiltak er et alternativ.

Målsetting

Oppdatere kunnskapen om hvordan miljøgiftforurensningen i sedimentene fordeler seg i tid og rom som grunnlag for en risikovurdering og for å bedømme potensialet for naturlig restitusjon i ulike fjordavsnitt.

Målemetode

Det etableres nett av stasjoner for sedimentundersøkelse. Dette kan enten gjøres i form av et rutenett, eller ved tilfeldig valgte posisjoner innenfor delområde som kan betraktes som separate risikoområder.

Et rutenett, forslagsvis med 100 x 100 m ruter, er mest aktuelt i havneområdet innenfor linja mellom Framnes og Stub. Dette området vil omfatte omtrent 50 ruter i sjø inklusive anslagsvis 20 fra Framnes, kaiområdene og bukta ved Hystadveien som bør være godt nok dekket allerede. Et slikt opplegg betyr supplering med ca 30 analyser fra havneområdet. Dersom hele havneområdet (samlet bunnareal ca 500 000 m²) betraktes som ett risikoområde, sier SFTs risikoveileder at det bør opprettes anslagsvis 50 stasjoner. Dette betyr i praksis samme prøvetetthet som i et rutenett. Siden bunnen flere steder er relativt homogen og det har vært vanskelig å avgrense entydige delområder (ref Framnes nord), mener vi det gir tilstrekkelig grunnlag for en risikovurdering å ha informasjon fra et noe lavere antall, anslagsvis 40 stasjoner. Dette vil inkludere de delområdene som er godt nok kjent, slik at det kan være forsvarlig å begrense undersøkelsen til ca 20 stasjoner.

I området utenfor havneområdet bør det legges vekt på hva som er nåsituasjon i de dypeste områdene mellom Framnes og Tranga siden randområdene synes godt nok kjent. Strekningen mellom Framnes og Tranga er ca 2.5 km og arealet i hele området er ca 900 000 m². Her foreslår vi at stasjonene legges langs en midtlinje utover og med gradvis økende mellomrom (avstand 0, 100, 250, 500, 1000 og 2000 m fra Framnes). Et slikt opplegg vil omfatte 5 stasjoner hvor alle bør undersøkes.

De til samme 25 stasjonene prøvetas en gang med bruk av kjerneprøvetaker. Kjerneprøvene seksjoneres i delsnitt på 1 cm tykkelse ved overflaten og gradvis tykkere (2 til 5 cm) lenger nede. Miljøgiftanalysene bør omfatte de øvre 0-1 cm og 1-10 cm i alle kjernene (for å få nåsituasjon og grunnlag for risikovurdering) samt alle snittene i ca 10 utvalgte gode kjerner (for å beskrive vertikalfordeling). Analysene bør dekke det samme parameterutvalget som i tidligere undersøkelser (tungmetaller, PAH, PCB og TBT, vanninnhold, kornfordeling og TOC). Full kornfordeling bør analyseres i de øvre 2-5 cm fra 10 utvalgte stasjoner. Tre lange kjerneprøver av god kvalitet (30-50 cm lengde om mulig), 1 fra havneområdet og en i hver ende av det ytre området bør brukes til aldersdatering ved ²¹⁰Pb-analyse.

Omfang og tid

Undersøkelsen vil altså dekke 25 stasjoner, der vertikalfordeling av miljøgifter undersøkes i minimum 10 kjerner og aldersdatering i minimum 3. Prøvetaking bør gjøres en gang i løpet av våren. Tidspunktet er ikke kritisk.

Kostnadsnivå

Samlet kostnad for en undersøkelse av dette omfang kan anslås til NOK 1 – 1,2 mill.

4.2.3 Undersøkelse av spredningsmønster for miljøgifter i fjorden

Begrunnelse

Man vet lite om hvordan miljøgifter som mobiliseres fra sedimentet og andre kilder sprer seg til ulike deler av fjorden. Dette er viktig for å bedømme om noen delområder fungerer som miljøgiftkilder for andre, og for å forstå hva tiltak i ett område har å bety for tilstanden i andre områder. Vi ser for eksempel et behov for å vite om miljøgifter fra havneområdet i særlig grad sprer seg utover forbi Framnes eller om de avsettes i Kamfjordkilen eller i bukta utenfor Hjertnes båthavn, eventuelt om sedimentene i Kamfjordkilen og ved Framnes er kilder i seg selv. Selv om en risikovurdering etter SFTs veileder (Bakke et al. 2007a) bare ser på miljøgiftspredningen ut av sedimentet, er den totale risikoen avhengig av hvordan miljøgiftene spres videre, i hvilken form miljøgiftene forekommer (løst, partikulært) og om de er biotilgjengelige.

Målsetting

Få et pålitelig bilde av spredningsmønsteret for miljøgifter som virvles opp eller på annen måte mobiliseres fra sedimentene i ulike delområder.

Målemetode

Vi anser at hovedtrekkene i strøm- og sirkulasjonsmønsteret er godt nok kjent for formålet. Målingene av spredning og fordeling i vannmassene bør kunne kartlegges ved bruk av faste rigger med sedimentfeller, passive prøvetakere, bur med blåskjell og kanskje også enkle loggere av strømrøtning og hastighet. Det beste er å sette en slik rigg i hver av 3 posisjoner, vest i havneområdet, rett sør for det trangeste området ved Framnes og mellom Gimle og Vera. Vi anser riggen ved Framnes som viktigst og den ytterste riggen som minst viktig. Sedimenteringsprøvene analyseres for miljøgifter og total mengde partikler avsatt pr tidsenhet. De passive prøvetakerne (viser miljøgifter i løsning i vannet) og blåskjell (viser samlet biotilgjengelighet av både løste og partikkelbundne miljøgifter) analyseres for miljøgifter. Strømloggingen gir støtteinformasjon for tolkningen av resultatene.

Omfang og tid

I tidsperioden fram til juni 2010 vil det være rom for to typiske riggperioder a 6 uker. Dette bør være tilstrekkelig til å gi et bilde av spredningsmønsteret. Undersøkelsen med 3 rigger vil omfatte anslagsvis 30 skjell og partikkelprøver og 15 prøver fra passive prøvetakere.

Kostnadsnivå

Samlet kostnad for en undersøkelse av dette omfang kan anslås til NOK 0,5 mill. Utelukkelse av en rigg betyr en innsparing på ca 100 000 kroner.

5. Forslag til miljømål

Miljømål vil sette rammen for hvordan man ønsker at Sandefjordsfjorden skal bli og vil være grunnlaget for tiltak. Målene i dette dokumentet er et ledd i en prosess der endelige mål vil bli utformet og fastsatt som en del av arbeidet med en tiltaksplan. Planen vil bli utarbeidet med denne rapporten som utgangspunkt. Foreslåtte mål i denne rapporten, vil med det først og fremst være et forslag. Involverte parter i Sandefjordsfjorden vil delta i prosessen med endelig utforming av målene, der også nye innspill som fremkommer under arbeidet med tiltaksplanen kan påvirke formuleringene. De vil dessuten bli forsøkt bearbeidet og mer tilpasset de ulike brukergruppene som vil forholde seg til målene.

5.1 Begreper

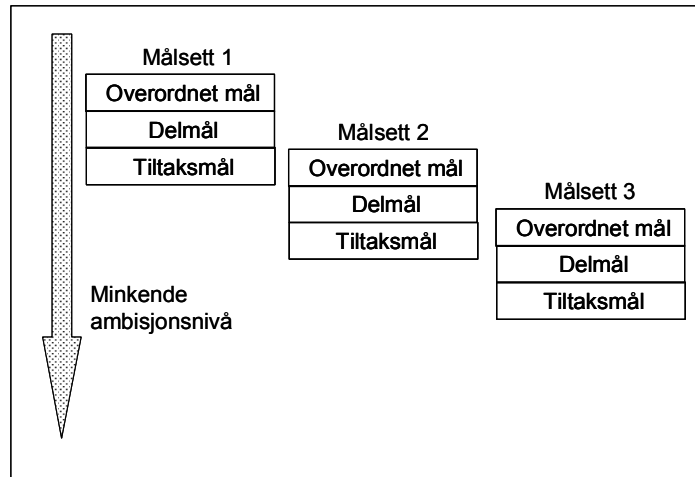
Det er vanlig å anvende 3 nivåer av mål som til sammen utgjør et målsett overordnede mål, delmål og tiltaks mål, der det siste beskriver hva som må være resultatet av ulike tiltak for at målene på høyere nivå skal nås.

Overordnet mål skal beskrive ønsket tilstand for fjorden. Denne tilstanden beskrives og begrunnes, dels på grunnlag av ønsket bruksform, dels for å oppfylle nasjonale målsettinger eller direktiver, primært Vannforskriften (Norsk Lovtidend 2006). Vannforskriften opererer også med tidsfrister for måloppnåelse, men dette er bare i begrenset grad tatt hensyn til målforslaget.

Delmål beskriver hvilken tilstand eller kvalitet man ser behov for å oppnå for ulike elementer i fjorden (for eksempel sedimenter, lokal sjømat, økologiske ressurser og bruksformer) som forutsetning for at det overordnede målet nås. Delmålene bør til sammen utgjøre det overordnede målet. Delmålene kan også ha differensierte tidsfrister.

Tiltaks mål er spesifikke mål for hva man vil oppnå med hvert av tiltakene som gjennomføres for å nå målene ovenfor. Disse målformuleringene bør i så stor grad som mulig være kvantitative, dvs. etterprøvbare. I dette dokumentet gis kun eksempler på formuleringer av tiltaks mål, siden det er liten hensikt i å utarbeide fullt operative målsett på dette stadiet.

Det kan settes ulike ambisjonsnivåer for det overordnede målet, og dette vil bestemme ambisjonsnivået på underliggende mål. Ambisjonsnivået er styrt dels av krav i lover og regelverk, dels av hva som er regionalt og lokalt ønskemål for fjorden. I denne oppgaven har vi beskrevet 3 ulike ambisjonsnivåer som vist i Figur 9. Disse skal gi et grunnlag for å kunne tilpasse de endelige miljømålene for Sandefjordsfjorden bl.a. til en kost/nytte-basert tiltaksplan.



Figur 9. Skjematisk struktur på målformuleringene

5.2 Forhold til Vannforskriften

Gjennom EØS-samarbeidet har Norge forpliktelser til å følge opp målsettingen i EUs vanddirektiv om å sikre og forbedre økologisk og kjemisk status i overflatevann, kystvann og grunnvann. Målet er at alle vannforekomster i Norge skal ha minimum god tilstand innen 2015. Direktivet er tatt inn i norsk rett gjennom en egen forskrift om vannforvaltning (Norsk lovtidend 2006 med senere revisjoner). Et av hovedformålene med Vannforskriften er å gi grunnlag for utforming av miljømål for vannforekomster. Ved bruk av forskriften vil man kunne definere ambisjonsnivåer og akseptgrenser på en enhetlig måte for ulike vannregioner og -områder. På basis av et utvalg viktige målparametere beskriver Vannforskriften hva som legges i *meget god*, *god* og *middels miljøtilstand* for naturlige vannforekomster (elver, innsjøer, brakkvann, kystvann, grunnvann) og sterkt modifiserte vannforekomster.

Forskriften setter også tidsfrister for måloppnåelse. De fristene som er satt ved siste revisjon av forskriften (høsten 2009) er vist i Tabell 3.

Selv om forskriften tar utgangspunkt i 5 klasser av miljøtilstand er det kun de beste 3 klassene som er aktuelle å knytte opp mot miljømål. Det er logisk å basere de tre ambisjonsnivåene i måldokumentet på disse tre klassene. Det er også en sammenheng mellom Vannforskriften og de nasjonale miljøkvalitetskriteriene for fjorder og kystfarvann. Vannforskriften bruker imidlertid i stor grad kvalitative beskrivelser av ønsket tilstand (for eksempel "...en liten økning av...", "...avviker moderat fra...", osv), mens kvalitetskriteriene i SFTs klassifiseringsveileder (Bakke et al 2007b gir kvantitative klassegrenser for de ulike parametrene, for eksempel at bly i bunnsediment av klasse II (god tilstand) ikke må overskride 83 mg/kg tørrvekt. Klassifiseringen vil derfor være mest egnet for fastsettelse av spesifikke tiltaks mål.

Miljøtilstanden klassifiseres noe ulikt for ulike typer av vannforekomster. Det er tre av Vannforskriftens typebetegnelser for overflatevann som i utgangspunktet er aktuelle for Sandefjordsfjorden: brakkvann, kystvann og særlig modifiserte vannforekomster. Sandefjordsfjorden utenfor Tranga er naturlig å betegne som kystvann. I dette prosjektet defineres imidlertid kun mål for fjordområdet innenfor Tranga. Området vil, som de fleste fjorder med ferskvannstilførsel, kunne betegnes som brakkvann, men siden ferskvannstilførselen er for liten og saltholdighetene for høy (sporadisk ned til 20 i overflatelaget) til å tilfredsstillende definisjonen " vesentlig preg av

ferskvannspåvirkning.”¹ foreslår vi at målområdet også typebetegnes som ”kystvann”. Siden tilstandsklassifiseringen er relativt lik for kystvann og brakkvann har typebetegnelsen liten praktisk betydning.

Tabell 3. Tidsfrister for planarbeid i henhold til Vannforskriften.

Oppgave	Frist	Paragraf
Første tiltaksprogram og forvaltningsplan trer i kraft	01.04.2010	30
Planprogram for utarbeidelse av forvaltningsplan ut på høring	Utgang av 2010	28
- vannforekomster identifisert, karakteriser og analysert - betydningen av menneskeskapt påvirkning av vannforekomsten karakterisert - økonomisk analyse utarbeidet	Utgang av 2011	15
Oversikt over vesentlige spørsmål vedr vannforvaltning i en vannregion ut på høring	Utgang av 2011	28
Register over beskyttede områder opprettet	Utgang av 2012	16
Regionale planer for helhetlig tilstandsovervåking	Utgang av 2012	18
Utkast til forvaltningsplan på høring	01.07.2014	28
Forvaltningsplanen godkjennes	Utgang av 2015	29
Tidspunkt for miljømåloppnåelse etter at første forvaltningsplan har trådt i kraft	Innen 6 år	8
Forlengelse av frist for måloppnåelse	Maksimalt 12 år	9

Kaiområdene i Sandefjord kan ansees å være ”sterkt modifisert vannforekomst” etter Vannforskriftens § 5, men vi foreslår likevel at de i plansammenheng inkluderes i det øvrige havneområdet som kystvann. I risikosammenheng kan det imidlertid være nyttig å vurdere disse og evt andre mindre områder separat som mulig høyrisikoområder (”hotspots”).

Vannforskriften krever at miljømålene utarbeides i samsvar med forskriften og vi har derfor lagt til grunn at de tre ambisjonsnivåene settes slik at de harmonerer med forskriftens normative definisjoner av økologisk tilstand som også opererer med 3 nivåer: svært god, god og moderat tilstand (Vannforskriften tabell 1.2). De elementene som forskriften bruker til å beskrive kriteriene for god og moderat tilstand og potensial er de samme. Forskjellen i klassifisering mellom god og moderat er imidlertid svært lite presis slik at utforming av delmål på basis av denne gjør at det blir liten forskjell mellom et middels og lavt ambisjonsnivå. For å få en tydeligere forskjell har vi foreslått at man bruker forskriftens klassifisering som basis, men også legger inn et element som gjelder tidspunkt for måloppnåelse. Dette er gjort ved å innføre begrepet nulltiltak i lavt ambisjonsnivå.

Vi har sett det som hensiktsmessig å sette opp delmål som dekker de av kvalitetselementene for miljøtilstand i Vannforskriftens vedlegg V som er relevante for tiltak på land og bunnsedimentene knyttet til miljøgifter. Eutrofirelaterte kvalitetselementer i forskriften er derfor ikke tatt med. Nedenfor presenterer forslag til formulering for hvert av målene sammen med en kort begrunnelse for formuleringen (*i kursiv*).

¹ Vannforskriften: Vann i nærheten av elvemunninger der ferskvann og saltholdig sjøvann blandes slik at vannet blir noe saltholdig, men for øvrig bærer vesentlig preg av ferskvannstilførselen.

5.3 Målsett 1. Høyt ambisjonsnivå

5.3.1 Overordnet mål høyt

Indre Sandefjordsfjorden skal tilfredsstillende den normative definisjonen av svært god økologisk tilstand etter Vannforskriftens vedlegg V, tabell 1.2.

Dette innebærer at fjorden så langt som mulig føres tilbake til en tilstand der forurensningsgraden ikke er høyere enn det man finner i områder som ikke er påvirket eller bare diffust påvirket av menneskelig aktivitet (ingen klare kilder). I begrepet diffust belastet ligger en erkjennelse av at det er lite man kan gjøre med for eksempel langtransportert forurensning via luft eller innstrømmende kystvann, eller som skyldes klimaendringer.

En fjord som har oppnådd dette målet vil være egnet for enhver form for menneskelig anvendelse (rekreasjon, bading, fiske, havbruk, havnevirksomhet, eiendomsbruk, osv) og vil kunne opprettholde en økologisk tilstand som bare er styrt av de naturlige miljøfaktorene.

5.3.2 Delmål høyt

Følgende delmål knyttet til kapittel 1.2.4 i Vannforskriftens Vedlegg V foreslås for å oppfylle hovedmålet:

- **Bunnsedimentene skal ha en kjemisk tilstand typisk for upåvirkede fjorder.** *Dette innebærer at miljøgiftnivåene i det biologisk aktive laget (øvre ca 10 cm) i delområdet skal være innenfor det som ansees som bakgrunn i diffust belastede områder (SFT tilstandsklasse I).*
- **Mangfold, artssammensetning og tetthet av sedimentlevende fauna skal være innenfor det som er typisk for uberørte fjorder med de samme fysiske-kjemiske miljøforhold.** *Dette innebærer krav om SFT tilstandsklasse I for artsmangfold og at det ikke er påviselig menneskeskapt fravær av følsomme arter som forventes å forekomme i rent sediment langs denne del av norskekysten.*
- **Miljøgiftnivå i fisk og skalldyr skal tilsvare bakgrunnsnivå i norske kystområder.** *I praksis betyr dette at nivåene skal være i SFT klasse I for arter, vevstyper og miljøgifter som dekkes av klassifiseringen. For øvrige miljøgifter skal nivåene være innenfor det som er kjent fra upåvirkede lokaliteter, dvs. for syntetisk forurensningsstoffer nær 0 eller under påvisningsgrensene for de mest avanserte analyseteknikkene i alminnelig bruk.*

Vi foreslår også følgende delmål ikke knyttet til forskriften:

- **Forsøpling langs land og på bunnen skal være borte.** *I dette ligger at de synlige delene av fjorden skal fremstå som rene og naturlige, slik at de gir et godt opplevelsesinntrykk både for rekreasjon, båtliv og fiske. Synlig avfall på land, i fjæra og de øverste ca 10 m vandyp samt utrangerte båter skal ikke forekomme, og all virksomhet som grenser mot fjorden skal fremstå som ryddig.*
- **Vanlig brukte badeplasser skal ha en vann- og sedimentkvalitet som ikke innebærer risiko for helseskade.** *Dette betyr at barn og voksne fritt skal kunne bade uten å bli eksponert for miljøgifter gjennom kontakt med eller inntak av vann og sedimentpartikler. Det er et rimelig mål at badeområdene også skal oppleves som rene, dvs. at uten forsøpling og med godt siktedyp. Det siste har imidlertid mer sammenheng med overgjødning (eutrofi) enn miljøgifter.*

5.3.3 Eksempler på operative tiltaksmål, høyt

1. De øvre minimum 10 cm av bunnsedimentene skal etter tiltak ha et forurensningsnivå som ligger innenfor det som ansees å være bakgrunn i diffust belastede områder (SFT klasse I).
2. Miljøgifter i suspendert stoff i elveløp, overløp og diffus avrenning til fjorden skal ikke overskride SFTs tilstandsklasse I. Dette tiltaksmålet sikrer at bunnsedimentene som har oppnådd klasse I ikke forurenses på nytt.
3. Nivået av miljøgifter i strandsediment på badestrender og i bunnsediment ut til minimum 5 m vanddyp utenfor skal være så lavt at det ikke er risiko for helseskader. Det betyr nivåer som er lave nok til at man ikke overskrider akseptgrensene for tolerabelt inntak av miljøgifter via kontakt med og svelging av sediment og vann under bading, uansett hyppighet av bading. Disse nivåene beregnes ved bruk av SFTs risikoveileder.

5.4 Målsett 2. Middels ambisjonsnivå:

5.4.1 Overordnet mål middels

Indre Sandefjordsfjorden skal som minimum tilfredsstillende den normative definisjonen av god økologisk tilstand etter Vannforskriftens vedlegg V, tabell 1.2.

Dette innebærer at fjorden føres tilbake til en tilstand som avviker lite fra det som normalt forbindes med uberørte vannforekomster av denne type, og som tillater gjennomføring av rekreasjon, fiske, havbruk, havnevirkosomhet, eiendomsbruk, osv på en helsemessig trygg og opplevelsesmessig god måte.

5.4.2 Delmål middels

Følgende delmål knyttet til kapittel 1.2.4 i Vannforskriftens Vedlegg V foreslås for å oppfylle hovedmålet:

- **Bunnsedimentene skal ha en kjemisk tilstand typisk for lite påvirkede fjorder og som sikrer at verdiene for sedimentlevende fauna i god økologisk tilstand kan oppnås.** Dette innebærer at miljøgiftnivåene i det biologisk aktive laget (øvre ca 10 cm) i hele fjorden skal være innenfor det som klassifiseres som god tilstand (SFT tilstandsklasse II). Dette kravet betyr også at EQS-verdier ikke overskrides for stoffer der dette er utarbeidet.
- **Mangfold, artssammensetning og tetthet av sedimentlevende fauna skal ikke i særlig grad avvike fra det som er typisk for uberørte fjorder med de samme fysiske-kjemiske miljøforhold.** Dette innebærer krav om SFT tilstandsklasse II for artsmangfold og at typespesifikke, følsomme arter bare i liten grad er fraværende.
- **Miljøgiftnivå i fisk og skaldyr skal ikke innebære risiko for helseskade ved konsum.** Dette betyr at nivåene ikke skal være slik at de fører til kostholdsbegrensninger.

Vi foreslår også følgende delmål ikke knyttet til forskriften:

- Forsøpling langs land og på bunnen er borte. I dette ligger at de synlige delene av fjorden skal fremstå som rene og naturlige, slik at de gir et godt opplevelsesinntrykk både for rekreasjon, båtliv og fiske. Synlig avfall på land, i fjæra og de øverste ca 10 m vanddyp samt utrangerte båter skal ikke forekomme, og all virksomhet som grenser mot fjorden skal fremstå som ryddig.

- **Vanlig brukte badeplasser har en vann- og sedimentkvalitet som ikke innebærer risiko for helseskade.** Dette betyr at barn og voksne fritt skal kunne bade uten å bli eksponert for miljøgifter gjennom kontakt med eller inntak av vann og sedimentpartikler i et omfang som kan gi helseskade. Badeområdene skal også visuelt fremstå som rene.

5.4.3 Eksempler på operative tiltaksmål, middels

1. **De øvre minimum 10 cm av bunnsedimentene skal etter tiltak ha et miljøgiftinnhold som ikke overskrider SFT klasse II.**
2. **Miljøgifter i suspendert stoff i elveløp, overløp og diffus avrenning til fjorden skal ikke overskride SFTs tilstandsklasse II.** Dette tiltaksmålet sikrer bunnsedimentene som har oppnådd klasse II ikke forurenses på nytt.
3. **Nivået av miljøgifter i strandsediment på badestrender og i bunnsediment ut til minimum 5 m vanddyp utenfor skal være så lavt at risikoen for helseskader er akseptabel.** Det betyr nivåer som er lave nok til at man ikke overskrider akseptgrensene for tolerabelt inntak av miljøgifter via kontakt med og svelging av sediment og vann ved en badeaktivitet som er typisk for området. Disse nivåene beregnes ved bruk av SFTs risikoveileder.

5.5 Målsett 3. Lavt ambisjonsnivå:

5.5.1 Overordnet mål lavt

Indre Sandefjordsfjorden skal på sikt som minimum tilfredsstillende den normative definisjonen av moderat økologisk tilstand etter Vannforskriftens vedlegg V, tabell 1.2.

Kriterieelementene er de samme for god og moderat tilstand og potensial i Vannforskriften. Forskjellen i klassifisering mellom god og moderat er som tidligere påpekt svært lite presis, og beskrivelsen er lite egnet som grunnlag for å sette delmål. Begrepet "på sikt" er lagt inn i hovedmålformuleringen for å markere et større skille mellom middels og lavt ambisjonsnivå ved at lavt ambisjonsnivå legger opp til en måloppnåelse gjennom hel eller delvis naturlig restitusjon av sedimentene. Dette innebærer at fjorden gjennom naturlig restitusjon føres tilbake til en god tilstand som tillater gjennomføring av de ønskede aktivitetene (rekreasjon, fiske, havbruk, havnevirksomhet, eiendomsbruk, osv) på en helsemessig trygg måte og at fjorden i hovedtrekk oppleves som ren.

Lavt ambisjonsnivå er bare aktuelt dersom den naturlige restitusjonen skjer innenfor en akseptabel tidsramme. Vannforskriften (§ 8) gir en frist for måloppnåelse på 6 år etter første forvaltningsplan har trådt i kraft, og tillater en maksimal forlengelse av fristen på 12 år (§ 9), dvs. totalt 18 år. For Sandefjordsfjorden er dette i praksis ca 20 år fra 2010. Tilgjengelige miljødata indikerer at fjorden allerede har vært i bedring de siste 10 årene, og at det sedimentmaterialet som nå avsetter seg på bunnen blir gradvis renere. Om så er tilfelle vil den målte avsetningshastigheten på 4-5 mm/år føre til at ca 10 cm nytt renere sediment avsettes innen 2030, dvs. at man da har fått et helt nytt biologisk aktivt topplag som kan forventes å være relativt rent. Dette betyr at gradvis måloppnåelse ved naturlig restitusjon innen den fristen forskriften har satt, kan være realistisk.

5.5.2 Delmål lavt

Følgende delmål knyttet til kapittel 1.2.4 i Vannforskriftens Vedlegg V foreslås for å oppfylle hovedmålet:

1. **Bunnsedimentene skal innen vannforskriftens seneste frist (nå år 2030) ha en fysisk-kjemisk tilstand som sikrer minimum moderat tilstand mht verdiene for de biologiske kvalitetselementene gitt i Vannforskriften pt 1.2.4, og at de ikke medfører risiko for skade på human helse.** *Dette innebærer at miljøgiftnivåene i det biologisk aktive laget av bunnsedimentene (øvre ca 10 cm) skal være slik at de ikke gir uakseptabel risiko for spredning til andre områder eller for økologisk skade i følge SFTs veileder i risikovurdering av forurenset sediment. Videre skal nivåene være slik at de ikke medfører helseskade gjennom konsum av lokal sjømat eller ved kontakt med sediment og vann under bading og fiske. SFTs risikovurdering er basert på gjennomsnittlige nivåer av miljøgifter i et område. Dette betyr at man enten kan satse helt på naturlig restitusjon, dvs. null-tiltak, eller at man kan påskynde utviklingen mot tilfredsstillende gjennomsnittsfurensning ved begrensede tiltak på for eksempel hotspots¹.*
2. **Biologisk mangfold hos sedimentlevende fauna skal ikke i særlig grad avvike fra det som er typisk for uberørte fjorder med de samme fysisk-kjemiske miljøforhold.** *Dette utdypes til at man tolererer at sedimentene overskrider SFTs klasse II og har toksisk virkning på en del av bunnfaunaen slik at antall typespesifikke følsomme arter reduseres og innslaget av forurensningstolerante arter øket, så lenge dette ikke fører til at SFTs tilstandsklasse II for artsmangfold overskrides.*

Vi foreslår også følgende delmål ikke knyttet til forskriften:

3. **Strandområdene langs fjorden skal fremstå som visuelt rene.** *I dette ligger at de synlige delene av strandområdene skal gi et godt opplevelsesinntrykk både for rekreasjon, båtliv og fiske. Synlig avfall på land og i fjæra skal ikke forekomme. Det settes ikke krav om opprydding under vann så lenge dette ikke er synlig.*

5.5.3 Eksempler på operative tiltaksmål, lavt

Siden lavt ambisjonsnivå i stor grad er basert på 0-tiltak der operative tiltaksmål er irrelevant, vil det bare være aktuelt med slike mål knyttet til aktive tiltak på hotspot-områder samt under delmål 3. Et eksempel på målformulering her vil være:

1. **Hotspot-områdene skal etter tiltak ha en forurensningstilstand som gjør at det samlede miljøgiftinnholdet i de øvre minimum 10 cm av bunnsedimentene i hele tiltaksområdet oppfyller kriteriene for akseptabel risiko mht miljøgiftspredning, skade på human helse og økologisk skade i følge SFTs risikoveileder (Bakke et al. 2007a).** *Siden risikovurderingen mht økologiske effekter og helse tar utgangspunkt i gjennomsnittlig nivå av miljøgifter i sedimentene, kan tiltak i de mest forurensete områdene (hotspots) senke gjennomsnittet nok til at risikoen blir akseptabel. Hvilket krav man må sette til renhet i hotspot-områdene kan beregnes ut fra SFTs risikoveileder.*

¹ Med hotspot menes et avgrenset mindre delområde av sedimentet med klart forhøyet nivå av en eller flere miljøgifter.

6. Litteraturreferanser

Denne listen omfatter litteraturhenvisninger som er gitt i form av forfatter og år i rapporten. Referanser gitt i form av nummer, for eksempel /1/, henviser til ref.nr. i rapportfortegnelsen over datamaterialet i databasen gitt Vedlegg A.

Bakke, T. Breedveld, G. Källqvist, T. Oen, A. Eek, E. Ruus, A. Kibsgaard, A. Helland, A. og Hylland, K. 2007a. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. SFT TA-2230/2007. 65 sider.

Bakke, T. Breedveld, G. Källqvist, T. Oen, A. Eek, E. Ruus, A. Kibsgaard, A. Helland, A. og Hylland, K. 2007b. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT TA-2229/2007. 12 sider.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT TA-1467/1997. 36 sider.

Norsk Lovtidend 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltningen. FOR-2006-12-15-1446.

Sandefjord kommune, Teknisk etat 2005. Trafikkforurenset snø – analysering av miljøgifter. Notat fra Ole Jakob Hansen, Sandefjord 9. mars 2005.

Skei J. og Hansen OJ. 2005. Tiltaksplan for forurensete sedimenter – Sandefjordsfjorden. NIVA rapport lnr 5133-2006. 34 sider.

Vedlegg A. Fortegnelse over rapporter lagt inn i databasen

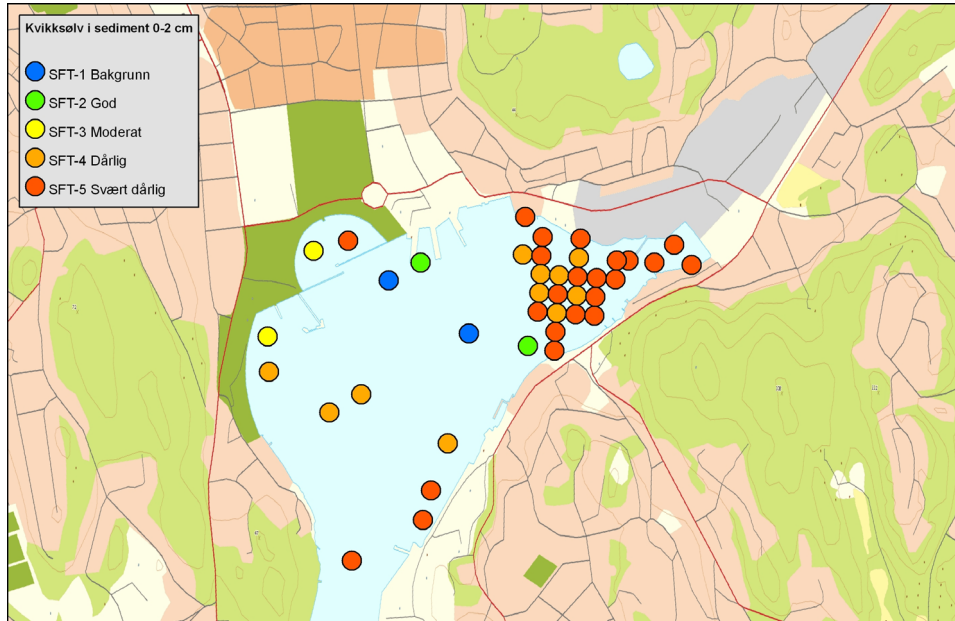
År	ref.nr	Firma	Rapport
1992	1	JORDFORSK	Jordforsk Prosjektnr. 1019 januar 1992.; Kartlegging av utlekkning fra deponi ved Vera Fabrikker AS, Sandefjord
1992	2	NIVA/JORDFORSK	NIVA Prosjekt 0-91070 Akkumulering av PCB i innburet blåskjell ved deponi på Vera i Sandefjord - Sluttrapport
1994	3	NIVA	Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Miljøgifter i sedimenter i Sandefjordsfjorden. Rapport nr. 586/94.
1994	4	Triton Marinbiologer AS	Overvåkning ac tiltak ved Vera-deponiene. Tungmetall lekkasjer til det ytre miljø. Rapport nr. 29A-I-1994 og 19B-I-1996
1996	5	Konieczny R.M.	Analyser av sediment i Sandefjord havn. Analyserapport prosjektnr. 0-96214 (NIVA ref/3/)
1998	6	NIVA	Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden 1997-98 TA-1585 Sedimenter
1998	7	NIVA	Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden 1997-98 TA-1587 Kildekartlegging
1998	8	NIVA	Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden 1997-98 TA-1584 Hydrografi, hydrokemi og planteplankton
1998	9	NIVA	Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden 1997-98 TA-1586 Miljøgifter og effekter i fisk og skalldyr
1998	10	DNV	Miljøovervåkning i Sandefjordsfjorden og indre Mefjorden 1997-98 TA-1588 Bløtbnnsfauna og grunnvannssamfunn
2001	11	NIVA	NIVA Rapport 4344-2001 Forurensningstilstand i indre Sandefjordsfjorden og kartlegging av forurensningskilder
2003	12	MILJØBISTAND	Miljøbistand Rapport nr P-03.029-2 01.11.03 Fylkesvise tiltaksplaner i Sandefjordsfjorden
2004	13	DNV	DNV RAPPORT NR. 2004-1375 Sedimenter i Sandefjordsfjorden 2004
2004	14	Sandefjord kom.	Sandefjordsfjorden og Mefjorden. Vannkvalitet - tilstand 2004. Utviklingstrekk 1974-2004
2005	15	Sandefjord kom.	Trafikkforurenset snø - analyse av miljøgifter
2005	16	Sandefjord kom.	Sandefjordsfjorden og Mefjorden. Vannkvalitet - tilstand 2005. Utviklingstrekk 1974-2005
2005	17	MILJØBISTAND	Undersøkelse av sedimenter i forbindelse med utviklingen av katområdet ved Pronova Biocare i Sandefjord, 2005
2005	18	DNV	DNV rapport nr. 2005-0656 rev 01, 18 mai 2005 Oppvirvling og spredning av forurenset sediment fra Colorline sin fergetrafikk i Sandefjordsfjorden
2005	19	NIVA	LNR 5059/2005 Erfaringsnotat miljømudring i Kamfjordkilen, Sandefjord
2005	20	NIVA	NIVA RAPPORT LNR 5072-2005 Oppfølgende undersøkelser knyttet til sedimenttiltak i Kamfjordkilen Sandefjordsfjorden
2005	21	DNV	RAPPORT NR. 2005-1088 Risikovurderinger - Sandefjordsfjorden
2005	22	NG I	Rapport 20071387-2. Miljøtekniske grunn- og sedimentundersøkelser på Gimle og ute i fjorden
2006	23	NIVA	NIVA 09.01.06 Undersøkelse av miljøgifter i torsk fra indre- og ytre Sandefjordsfjorden.
2006	24	NIVA	NIVA Rapport LNR 5133-2006 Tiltaksplan for forurensete sedimenter - Sandefjordsfjorden Fase 2
2007	25	NG I	Rapport 20071387-2, supp. Miljøtekniske grunn- og sedimentundersøkelser på Gimle og ute i fjorden
2007	26	DNV	DNV Rapport Nr. 2007-0739 Oppfølgende undersøkelse - Propellerrosjon i Sandefjordsfjorden
2008	27	NIVA	NIVA Teknisk Notat, 0-26253 14.08.08, Tiltaksplan for forurensete sedimenter utenfor Jotun AS, Sandefjord (versjon 3)
2001	28	NIVA /NCC/NGI	Kamfjordkilen Sandefjord, Tiltaksplan for opprensning av forurensete sedimenter
2005	29	Multiconsult	Framnes, miljøteknisk grunnundersøkelse og risikovurdering forurenset grunn, rapport nr. 810007 -3

Forts. neste side

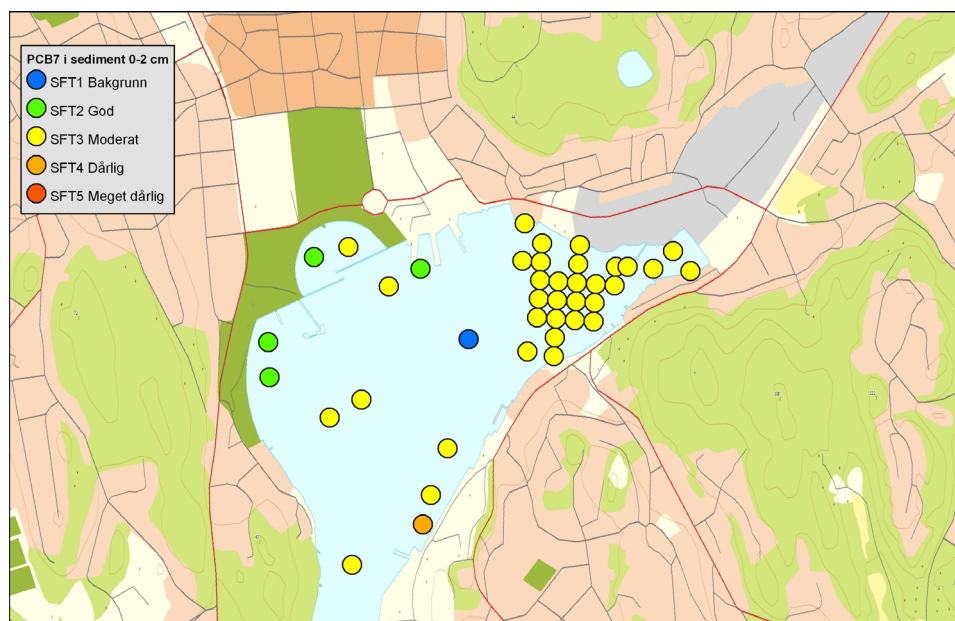
Forts. fra forrige side

År	ref.nr	Firma	Rapport
2005	30	Multiconsult	Framnes, miljøteknisk grunnundersøkelse, tiltaksplan forurenset grunn, rapport nr. 810007 -4
2006	31	Multiconsult	Framnes, Langestrand, miljøteknisk grunnundersøkelse, rapport nr. 810007 -6
2005	32	Multiconsult	Stiftelsen Sandefjord kultursenter, Gaiahallen båthaller, tiltaksplan og risikovurdering, rapport nr. 114559 - 1 (Huvik)
2005	33	NIVA	Analyse av blåskjell fra Sandefjordsfjorden og Meifjorden
2005	34	NG I	Kontroll av deponi i Kamfjordkilen, rapport nr. 20051437 - 1
2004	35	Multiconsult	Kilen Brygge, miljøtekniske tiltak og overvåking, sluttrapport, rapport nr. 101384 - 5
2008	36	Multiconsult	Kilen Brygge, miljøtekniske tiltak og overvåking, byggetrinn SMI - tomten, rapport nr. 101385 - 7
2005	37	Multiconsult	Kilen Øst, Båtföreningen, Miljøteknisk grunnundersøkelse, vurdering av forurensningssituasjonen, rapport nr. 113346.7 -1
2005	38	Sandefjord kom.	Kilen fyllplass - vurdering av analyseresultater, 3.3.2005, Ole Jakob Hansen
2009	39	Rambøll	Sandefjord havn - risikovurdering, spredning av miljøgifter, rapport nr. O-1090096/aheosl
2007	40	NIVA	Sedimentundersøkelser i sjøen utenfor Jotun, Gimle - Supplerende undersøkelser høsten 2007
1991	41	Grunn-teknikk A-S	Sedimentprøver fra småbåthavnen i Sandefjord, analyse utført av SI, G/T-1106 CCG/bjg
2002	42	Multiconsult	BI Vestfold, Framnes. Bygging på forurenset grunn. Sluttrapport. Rapportnr 102203-1
2005	43	Multiconsult	Framnes, Langestrand, Grunnundersøkelser. Geoteknisk datarapport nr. 810007 - 5
2005	44	Multiconsult	Framnæs midtre, Sandefjord, Grunnundersøkelser. Geoteknisk datarapport nr. 810007 - 1
2005	45	Multiconsult	Framnæs Midtre. Miljøteknisk grunnundersøkelse. Rapp. Nr.810007- 2
2000	46	NET	Utvikling av en Miljøplan for eiendommene .. Som tidligere var Framnæs Mek, Verksted sitt område.
2001	47	Golder	Utvikling av Miljøprogram for FMV-området
2001	48	Golder	Miljøundersøkelse ved BI, Sandefjord
2001	49	Golder	Miljøundersøkelse ved Framnæs deponi C+D, Sandefjord
2007	50	AF Decom	Forundersøkelser, nedsetting av spunt, Framnæs midtre, Thor Dahl A/S, id:1675-36
2003	51	NCC, NGL, NIVA	Erfaringsrapport fra miljømudring i Kamfjordkilen, NCC sluttrapport for Sandefjord kommune

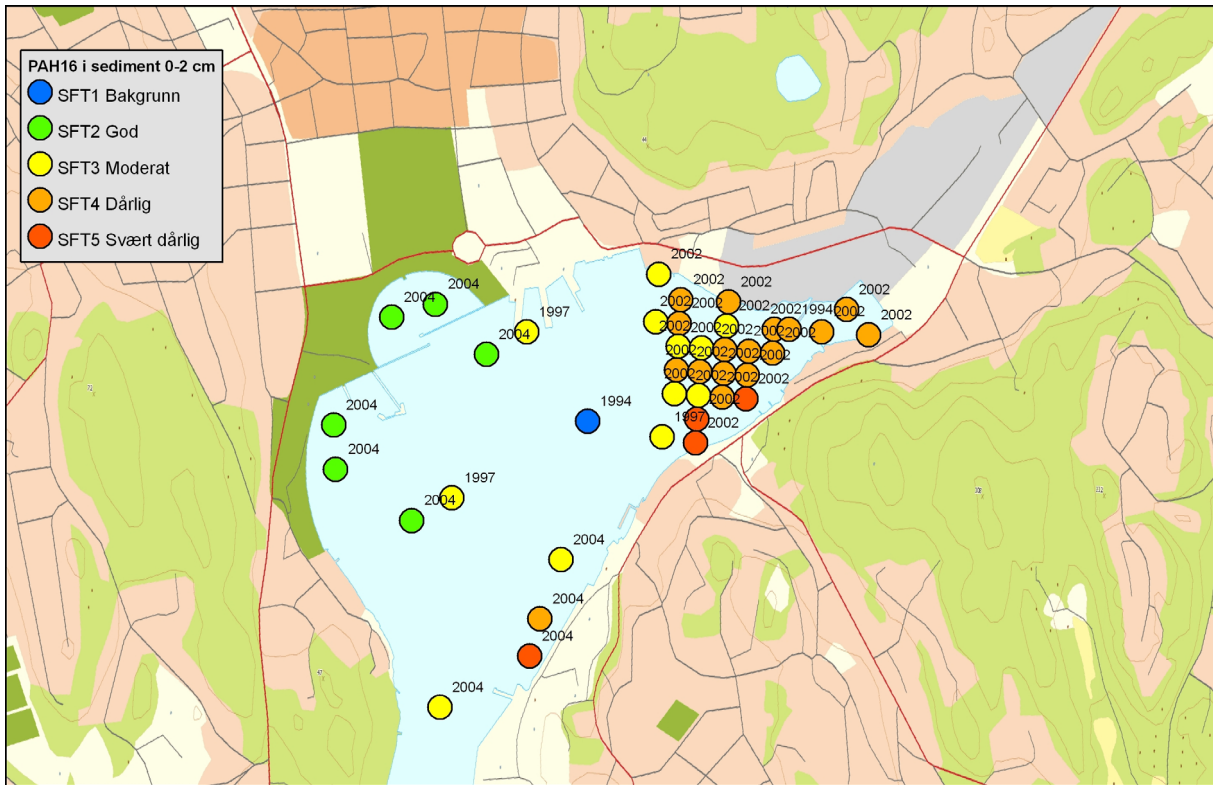
Vedlegg B. Eksempler på kartutskrifter fra databasen med klassifisering av miljøgiftkonsentrasjoner etter SFT TA-2229/2007



Figur B1. Klassifisering av kvikksølvforurensning i sedimentene i havneområdet. Prøvene i Kamfjordkilen er tatt rett etter mudringstiltaket i 2002.



Figur B2. Klassifisering av forurensning av sumPCB₇ i sedimentene i havneområdet. Prøvene i Kamfjordkilen er tatt rett etter mudringstiltaket i 2002.



Figur B3. Klassifisering av forurensning av sumPAH₁₆ i sedimentene i havneområdet. Tallene angir tidspunkt for undersøkelsen. Prøvene i Kamfjordkilen er tatt rett etter mudringstiltaket i 2002.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no